

**KAJIAN KUALITAS AIR SUNGAI NGRINGO
KARANGANYAR DALAM UPAYA PENGENDALIAN
PENCEMARAN AIR**



T E S I S

Untuk memenuhi sebagian persyaratan
Mencapai derajat Sarjana S-2 pada
Program Studi Ilmu Lingkungan

**Etik Yulastuti
21080110400006**

**PROGRAM MAGISTER ILMU LINGKUNGAN
PROGRAM PASCA SARJANA
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
2 0 1 1**

TESIS

EVALUASI KUALITAS AIR SUNGAI NGRINGO KARANGANYAR
DALAM UPAYA PENGENDALIAN PENCEMARAN AIR

Disusun Oleh:

Etik Yuliasuti
21080110400006

Mengetahui,
Komisi Pembimbing

Pembimbing Utama

Pembimbing Kedua

Dr. Ir. Setia Budi Sasongko, DEA

Ir. Winardi Dwi Nugraha, M.Si

Ketua Program Studi
Magister Ilmu Lingkungan

Prof. Dr. Ir. Purwanto, DEA

LEMBAR PENGESAHAN

KAJIAN KUALITAS AIR SUNGAI NGRINGO KARANGANYAR DALAM UPAYA PENGENDALIAN PENCEMARAN AIR

Disusun Oleh:

Etik Yulastuti
21080110400006

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji
Pada tanggal 20 September 2011
Dan dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diterima

Ketua

Tanda Tangan

Dr. Ir. Setia Budi Sasongko, DEA

Anggota

1. Ir. Winardi Dwi Nugraha, M.Si

2. Prof. Dr. Ir. Purwanto, DEA

3. Ir. Agus Hadiyanto, M.T

PERNYATAAN

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tesis yang Saya susun sebagai syarat untuk memperoleh gelar Magister dari program Magister Ilmu Lingkungan seluruhnya adalah merupakan hasil karya sendiri.

Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan Tesis yang Saya kutip dari hasil orang lain telah dituliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah dan etika penulisan ilmiah.

Apabila di kemudian hari ditemukan seluruh atau sebagian Tesis ini bukan hasil karya Saya sendiri atau adanya plagiat dalam bagian-bagian tertentu, Saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang Saya sandang dan sanksi-sanksi lainnya sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Semarang, September 2011

Penulis
Etik Yuliastuti

BIODATA PENULIS



Penulis lahir di Sragen pada tanggal 17 Juli 1981, sebagai putri pertama dari pasangan Bapak Sutarno dan Ibu R. Mulyani. Pendidikan dasar ditempuh di SD Negeri Padas 2 (1987-1993), kemudian melanjutkan pendidikan menengah pertama di SMP Negeri 5 Sragen (1993-1996) dan pendidikan menengah atas di SMU Negeri 1 Sragen (1996-1999)

Gelar kesarjanaan Strata 1 Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta diraih pada tahun 2005. Pada tahun 2006 penulis diterima bekerja sebagai Pegawai Negeri Sipil di lingkungan Pemerintah Kabupaten Karanganyar dan sejak Januari 2008 ditugaskan sebagai staf perencanaan di Badan Lingkungan Hidup Kabupaten Karanganyar.

Penulis memperoleh kesempatan untuk melanjutkan pendidikan ke jenjang Strata 2 pada Program Studi Magister Ilmu Lingkungan Program Pasca Sarjana Universitas Diponegoro dengan mendapat dukungan beasiswa dari Pusat Pembinaan Pendidikan dan pelatihan Perencana - Badan Perencanaan Pembangunan Nasional (Pusbindiklatren-Bappenas) tahun 2010-2011.

Penulis

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas karunia dan rahmat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penulisan tesis dengan judul : Evaluasi Kualitas Air Sungai Ngringo Karanganyar Dalam Upaya Pengendalian Pencemaran Perairan. Tesis ini disusun dalam rangka memenuhi tugas akhir penyelesaian program magister pada Program Magister Ilmu Lingkungan, Program Pasca Sarjana, Universitas Diponegoro.

Selama pelaksanaan penelitian dan penulisan tesis ini penulis telah banyak mendapat bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada :

1. Prof. Dr. Purwanto, DEA., selaku Ketua Program Studi Magister Ilmu Lingkungan Universitas Diponegoro dan Dosen Penguji,
2. Dr. Ir. Setia Budi Sasongko, DEA., selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah memberikan nasehat, arahan, pemikiran dan bimbingan dalam penulisan tesis ini,
3. Ir. Winardi Dwi Nugraha, M.Si., selaku Dosen Pembimbing Kedua yang telah memberikan nasehat, arahan, pemikiran dan bimbingan dalam penulisan tesis ini,
4. Ir. Agus Hadiyanto, M.T., selaku Dosen Penguji,
5. Kepala Pusat Pembinaan, Pendidikan dan Pelatihan Perencana Bappenas yang telah memberikan kesempatan dan beasiswa untuk melanjutkan pendidikan ke jenjang Strata 2.
6. Teman-teman Badan Lingkungan Hidup Kabupaten Karanganyar yang telah membantu penulis dalam kegiatan pengambilan sampel dan pengumpulan data di lapangan,
7. Bapak, Ibu dan Adik-adikku tercinta serta Mas Agus Irawanto yang selalu memberikan dukungan dan doa pada penulis,

8. Teman-teman MIL Angkatan 27 atas solidaritas dan kekompakkannya selama menempuh pendidikan Program Pasca Sarjana,
9. Pengelola dan Staf Program Magister Ilmu Lingkungan Undip atas bantuannya selama menempuh studi,
10. Semua pihak yang telah memberikan bantuan dan dukungan selama penyelesaian tesis ini.

Semoga Allah SWT membalas semua kebaikan Ibu dan Bapak dengan berlipat ganda. Akhir kata penulis menyadari bahwa tulisan ini masih belum sempurna, namun demikian penulis berharap semoga karya ilmiah yang sederhana ini bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan semua pihak yang memerlukannya.

Semarang, September 2011

Etik Yuliasuti

Daftar Isi

	Halaman
Halaman Pengesahan	ii
Halaman Pernyataan	iv
Biodata Penulis	v
Kata Pengantar	vi
Daftar Isi	viii
Daftar Tabel	xi
Daftar Gambar	xiii
Abstrak	xiv
Abstract	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Perumusan Masalah.....	5
1.3. Tujuan Penelitian.....	5
1.4. Originalitas Penelitian.....	5
1.5. Manfaat Penelitian.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1. Sungai.....	7
2.2. Kualitas Air	7
2.3. Kriteria Baku Mutu Air	8
2.4. Pencemaran Air	9
2.5. Sumber Pencemaran	10
2.6. Indikator Pencemaran Air	11
2.7. Beban Pencemaran	19
2.8. Indeks Pencemaran	22
2.9. Pengendalian Pencemaran Air	24
2.10. Strategi Pengendalian Pencemaran Air	25

BAB III	METODE PENELITIAN	34
3.1.	Kerangka Pikir	34
3.2.	Tipe Penelitian	35
3.3.	Ruang Lingkup Penelitian	35
3.4.	Lokasi Penelitian	36
3.5.	Fenomena Yang Diamati	39
3.6.	Jenis dan Sumber Data	39
3.7.	Teknik Pengambilan Data	39
3.8.	Teknik Analisis Data	41
BAB IV	HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	46
4.1.	Gambaran Umum Lokasi Penelitian	46
4.1.1.	Kabupaten Karanganyar	46
4.1.1.1.	Letak Geografis	46
4.1.1.2.	Kondisi Topografi	47
4.1.1.3.	Kondisi Geologi	47
4.1.1.4.	Kondisi Hidrologi	49
4.1.1.5.	Kondisi Sumber Daya Alam	50
4.1.1.6.	Penggunaan Lahan	53
4.1.2.	Kecamatan Jaten	56
4.1.2.1.	Letak Geografis	56
4.1.2.2.	Penggunaan Lahan	56
4.1.2.3.	Kependudukan dan Perumahan	58
4.1.2.4.	Pertanian	61
4.1.2.5.	Peternakan	61
4.1.2.6.	Industri	62
4.1.3.	Sungai Bengawan Solo	64
4.1.4.	Karakteristik Sungai Ngringo	65
4.2.	Kondisi Kualitas Air Sungai Ngringo	69
4.2.1.	Sifat Fisik Air Sungai Ngringo	69
4.2.1.1.	Suhu Air	69
4.2.1.2.	Zat Padat Tersuspensi (TSS)	70

4.2.2.	Sifat Kimia Air Sungai Ngringo	71
4.2.2.1.	pH (Derajat Keasaman)	71
4.2.2.2.	Oksigen Terlarut (<i>Dissolved Oxygen/DO</i>)	73
4.2.2.3.	BOD (<i>Biological Oxygen Demand</i>)	74
4.2.2.4.	COD (<i>Chemical Oxygen Demand</i>)	75
4.2.2.5.	NH ₃ -N (Amonia)	77
4.2.2.6.	PO ₄ -P (Phospat)	78
4.2.2.7.	Kadar Logam Besi (Fe)	80
4.2.2.8.	Kadar Logam Kromium (Cr)	81
4.2.3.	Sifat Mikrobiologi Air Sungai Ngringo	82
4.3.	Beban Pencemaran Sungai Ngringo	83
4.3.1.	Perhitungan Debit	83
4.3.2.	Beban Pencemaran Sungai	83
4.3.3.	Beban Pencemaran Industri	84
4.4.	Indeks Pencemaran (IP) Sungai Ngringo	86
4.5.	Strategi Pengendalian Pencemaran Perairan Sungai Ngringo	87
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	98
5.1.	Kesimpulan	98
5.2.	Saran	98
	DAFTAR PUSTAKA	100
	LAMPIRAN	104

Daftar Tabel

Tabel	Halaman
1 Sistem Sungai dalam Program PROKASIH Visi 2005 di Jawa Tengah	3
2 Rata-Rata Aliran Air Limbah Dari Daerah Pemukiman	21
3 Estimasi Beban Polutan dari Limbah Pertanian	22
4 Hubungan Antara Indeks Pencemaran Dengan Mutu Perairan	23
5 Matriks dalam Analisis SWOT	28
6 Penentuan Indikator Analisis SWOT Pengendalian Pencemaran Air...	30
7 Klasifikasi dan Bobot Nilai Indikator Pengendalian pencemaran Air ..	31
8 Metode Analisis Parameter Kualitas Air	42
9 Jenis Tanah menurut Kecamatan di Kabupaten Karanganyar Tahun 2009	48
10 Banyaknya Hari Hujan (HR) dan Curah Hujan (MM) menurut Bulan dan Tempat Pengukuran di Kabupaten Karanganyar Tahun 2009	49
11 Rekapitulasi Fungsi Kawasan Per Bagian Hutan di Kabupaten Karanganyar	51
12 Jenis, Lokasi dan Luasan Potensi Pertambangan Bahan Galian Golongan C di Kabupaten Karanganyar	52
13 Penggunaan Lahan Tahun 2009 di Kabupaten Karanganyar	53
14 Penggunaan Lahan Tanah Sawah Berdasar Jenis Irigasi Tahun 2009 di Kabupaten Karanganyar	54
15 Penggunaan Lahan Tanah Kering Tahun 2009 di Kabupaten Karanganyar	55
16 Penggunaan Lahan Tahun 2009 di Kecamatan Jaten	57
17 Penggunaan Lahan Tanah Sawah Tahun 2009 di Kecamatan Jaten	57
18 Penggunaan Lahan Tanah Kering Tahun 2009 di Kecamatan Jaten ...	58
19 Banyaknya Jumlah Penduduk Menurut Jenis Kelamin dan Rumah Tangga Di Kecamatan Jaten Tahun 2009	59

20	Banyaknya Rumah Penduduk di Kecamatan Jaten Tahun 2009	60
21	Banyaknya Industri di Kecamatan Jaten Tahun 2009	62
22	Industri Yang Membuang Limbah ke Sungai Ngringo	63
23	Hasil Pengukuran Suhu Air Sungai Ngringo	69
24	Hasil Pengukuran Zat Padat Tersuspensi (TSS) Air Sungai Ngringo ..	70
25	Hasil Pengukuran Derajat Keasaman (pH) Air Sungai Ngringo	72
26	Hasil Pengukuran Oksigen Terlarut (<i>Dissolved Oxygen</i> /DO) Air Sungai Ngringo	73
27	Hasil Pengukuran BOD (<i>Biological Oxygen Demand</i>) Air Sungai Ngringo	74
28	Hasil Pengukuran COD (<i>Chemical Oxygen Demand</i>) Air Sungai Ngringo	76
29	Hasil Pengukuran NH ₃ -N (Amonia) Air Sungai Ngringo	77
30	Hasil Pengukuran PO ₄ -P (Phospat) Air Sungai Ngringo	78
31	Hasil Pengukuran Kadar Logam Besi (Fe) Air Sungai Ngringo	80
32	Hasil Pengukuran Kadar Logam Kromium (Cr) Air Sungai Ngringo ..	81
33	Hasil Pengukuran Bakteri Coliform Total Air Sungai Ngringo	82
34	Tabel Perhitungan Debit Air Sungai Ngringo	83
35	Hasil Perhitungan Beban Pencemaran Sungai Ngringo	84
36	Hasil Perhitungan Beban Pencemaran Industri	85
37	Hasil Perhitungan Indeks Pencemaran Sungai Ngringo	86
38	Hasil Analisis Indikator Pengendalian Pencemaran Air Sungai Ngringo	88
39	Analisis SWOT Berdasarkan Penilaian Indikator Pengendalian Pencemaran Sungai Ngringo	90
40	Matriks Identifikasi Kebijakan Pengendalian Pencemaran Air	92

Daftar Gambar

Gambar		Halaman
1	Kuadran SWOT	27
2	Alur Pikir Kerangka Penelitian	34
3	Lokasi penelitian	37
4	Diagram Titik Pengambilan Sampel dan Penggunaan Lahan di Sepanjang Sungai Ngringo	38
5	Skematis Bentang Alam Kabupaten Karanganyar	46
6	Persebaran Kegiatan/Industri di Sepanjang Sungai Ngringo	67
7	Diagram Persebaran Kegiatan/Industri di Sepanjang Sungai Ngringo..	68

ABSTRAK

Sungai Ngringo sebagai daerah penelitian sepanjang 10,43 km mengalir melalui Kecamatan Jaten Kabupaten Karanganyar merupakan salah satu sungai yang dimanfaatkan sebagai tempat pembuangan limbah cair. Peningkatan kegiatan pembangunan ekonomi untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat menyebabkan meningkatnya pembuangan limbah ke sungai yang mengakibatkan terjadinya pencemaran dan penurunan kualitas perairan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kondisi kualitas air dan beban pencemaran sungai yang terjadi dalam upaya pengendalian pencemaran untuk mencegah terjadinya penurunan kualitas air.

Metode yang digunakan untuk mengidentifikasi kualitas air dengan melakukan uji terhadap parameter-parameter pencemaran air yang dibandingkan dengan baku mutu air PP No. 82/2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air yang meliputi parameter kimia (suhu dan TSS); parameter kimia (pH, DO, BOD, COD, N, P, Fe dan Cr); dan parameter mikrobiologi (bakteri *coliform* total). Penentuan status mutu air dengan menggunakan metode indeks pencemaran yang dibandingkan dengan baku mutu air PP No. 82/2001, dimana metode ini terlampir dalam Kepmen LH No. 115/2003 tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air. Strategi pengendalian pencemaran air dilakukan dengan menggunakan analisis SWOT.

Kondisi kualitas air Sungai Ngringo berdasarkan uji parameter pencemaran air dari arah hulu ke arah hilir mengalami penurunan kualitas yang ditunjukkan adanya parameter (TSS, DO, BOD, COD, N, P dan Fe) yang melebihi baku mutu. Sedangkan berdasarkan penentuan status mutu air, mengalami penurunan kualitas air dari arah hulu ke arah hilir yang ditandai dengan meningkatnya nilai indeks pencemaran dimana kualitas air pada daerah hilir telah tercemar ringan. Berbagai kegiatan pembangunan ekonomi yang terdapat di sepanjang Sungai Ngringo memberikan beban pencemaran sungai. Beban pencemaran sungai Ngringo meningkat dari arah hulu ke arah hilir dengan beban pencemaran terbesar adalah beban pencemaran TSS yaitu 388,41 kg/hari. Meningkatnya beban pencemaran sungai dipengaruhi antara lain oleh adanya 13 kegiatan/industri yang membuang limbahnya ke Sungai Ngringo dengan industri yang dominan adalah industri tekstil.

Agar sungai dapat bermanfaat secara berkelanjutan sesuai dengan peruntukannya, perlu dilakukan upaya pengendalian pencemaran air sebagai salah satu segi pengelolaan lingkungan hidup. Strategi pengendalian pencemaran air dilakukan dengan meningkatkan inventarisasi dan identifikasi sumber pencemar air, meningkatkan pengelolaan limbah, menetapkan daya tampung beban pencemaran, meningkatkan pengetahuan dan partisipasi masyarakat dalam pengelolaan limbah, meningkatkan pengawasan terhadap pembuangan air limbah dan meningkatkan pemantauan kualitas air sungai.

Kata Kunci : ngringo, kualitas air, pengendalian pencemaran

ABSTRACT

This research was performed at River Ngringo, a river extending 10.43 kilometers along *Kecamatan Jaten Kabupaten Karanganyar* as one of the rivers used for liquid waste disposal sites. Improving economic activities had given rise to better income for local people. However, such activities also had adverse impacts on environment, such as more disposed industrial wastes resulting in pollution and degrading water quality. Therefore, the research aimed to find out the condition of the water quality and pollution load on the river in order to control pollution rate and to prevent water quality from degradation.

The research used test on parameters of water pollution compared with those required by Government Act No. 82/2001 on Water Quality Management and Water Pollution Control, which includes physics parameters (temperature and TSS); chemical parameters (pH, DO, BOD, COD, N, P, Fe and Cr); and microbiological parameters (total coliform bacteria). The determination of water quality status was done by using pollution index method compared with that being required by Government Act No. 82/2001 as well as notified in the Decree of the Minister of Environment No. 115/2003 on Water Quality Status Determination. Strategy used in controlling water pollution was done by performing a SWOT analysis.

According to results from water pollution parameters test, water quality at River Ngringo, which flew from the river's upstream to downstream showed a degradation as proven by the parameters of TSS, DO, BOD, COD, N, P and Fe exceeding the quality thresholds. Whereas according to water status quality, the river flow from upstream to downstream had suffered from quality degradation as shown by the higher pollution index, though the downstream area only suffered from light pollution. Vary economic activities alongside the River Ngringo had contributed to the more pollutant loads on the river. The heaviest pollution load from upstream to downstream was TSS pollution (388.41 kg/day). There were somewhat thirteen different activities that contributed to the pollution of the River Ngringo. This pollution was dominated by textile industrial wastes.

In order to create a healthy, sustainable environment, the research recommended a control on water pollution by increasing the inventory and identification of sources of water pollutants, improving waste management, establish waste load capacity, increasing knowledge and public participation in waste management, increasing oversight of wastewater disposal and improving river water quality monitoring.

Keywords: ngringo, water quality, pollution control

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pembangunan adalah usaha untuk meningkatkan kesejahteraan penduduk (Hidayati, 1998). Pembangunan dapat pula berarti pertumbuhan ekonomi yang berfokus pada jumlah (kuantitas) produksi dan penggunaan sumber-sumber (Hadi, 2005). Pembangunan yang menitikberatkan pada pemanfaatan sumber daya alam akan menyebabkan tekanan pada lingkungan. Sumber daya alam baik dari segi kuantitas maupun kualitasnya terbatas, sedangkan kebutuhan manusia akan sumberdaya tersebut makin meningkat sejalan dengan peningkatan jumlah penduduk serta kebutuhannya. Kegiatan pembangunan dalam rangka meningkatkan kesejahteraan manusia akan menimbulkan dampak terhadap perubahan beberapa komponen lingkungan, namun besarnya perubahan tersebut tergantung pada tingkat dan intensitas pembangunan yang dilaksanakan (Monoarfa, 2002).

Menurut Soemarwoto (2009), penggunaan sumberdaya untuk pembangunan selalu disertai oleh terjadinya pencemaran. Lingkungan dapat dikatakan tercemar jika dimasuki atau kemasukan bahan pencemar yang dapat mengakibatkan gangguan pada makhluk hidup yang ada didalamnya (Bahtiar, 2007). Salah satu pencemaran yang dapat terjadi sebagai dampak adanya kegiatan pembangunan adalah pencemaran perairan. Pencemaran air terjadi pada sumber-sumber air seperti danau, sungai, laut dan air tanah. Fenomena baru yang terjadi akibat pencemaran air adalah meningkatnya konsumsi air mineral dalam kemasan yang terjadi baik di kota besar maupun desa terpencil karena sumber mata air untuk memenuhi kebutuhan air minum tidak lagi bebas dari pencemaran sehingga dari segi kesehatan tidak terjamin aman untuk dikonsumsi (Keraf, 2010).

Air permukaan yang ada seperti sungai banyak dimanfaatkan untuk keperluan manusia seperti tempat penampungan air, alat transportasi, mengairi

sawah dan keperluan peternakan, keperluan industri, perumahan, sebagai daerah tangkapan air, pengendali banjir, ketersediaan air, dan irigasi. Sebagai tempat penampungan air, sungai mempunyai kapasitas tertentu dan ini dapat berubah karena aktivitas alami maupun antropogenik. Sebagai contoh pencemaran sungai dapat berasal dari (1) tingginya kandungan sedimen yang berasal dari erosi, kegiatan pertanian, penambangan, konstruksi, pembukaan lahan dan aktivitas lainnya; (2) limbah organik dari manusia, hewan dan tanaman; (3) kecepatan pertambahan senyawa kimia yang berasal dari aktivitas industri yang membuang limbahnya ke perairan. Ketiga hal tersebut merupakan dampak dari meningkatnya populasi manusia, kemiskinan dan industrialisasi (Hendrawan, 2005). Berdasarkan hasil pemantauan Kementerian Negara Lingkungan Hidup terhadap 35 sungai di Indonesia pada umumnya sungai-sungai itu mempunyai status mutu air yang tercemar sedang sampai tercemar berat (Keraf, 2010).

Sejalan dengan peningkatan jumlah penduduk dan peningkatan kegiatan pembangunan ekonomi di Kabupaten Karanganyar, meningkatkan kegiatan penduduk baik dalam hal industri, pertanian maupun pemukiman, yang menyebabkan peningkatan buangan limbah. Selama ini sungai dijadikan sebagai tempat pembuangan limbah dari aktifitas-aktifitas tersebut, salah satunya adalah Sungai Ngringo. Sungai ini berada di wilayah Kecamatan Jaten dan merupakan anak Sungai Bengawan Solo.

Permasalahan pencemaran air Sungai Bengawan Solo oleh berbagai kegiatan di sepanjang kanan kiri sungai menunjukkan bahwa kualitas Sungai Bengawan Solo telah mengalami penurunan kualitas air hingga tidak memenuhi baku mutu yang telah ditetapkan peruntukannya sebagai air baku air minum (Golongan II) di wilayah hulu Kabupaten Wonogiri hingga perbatasan Kabupaten Sukoharjo dan di wilayah Kecamatan Cepu Kabupaten Blora serta air untuk kegiatan perikanan (Golongan III) dari perbatasan antara Kabupaten Wonogiri dengan Sukoharjo hingga perbatasan Jawa Timur. Hal tersebut disebabkan karena pertumbuhan dan pengembangan industri, hotel, rumah sakit, industri kecil/rumah tangga, limbah pertanian dan peternakan yang membuang limbah ke sungai, meskipun telah dibangun IPAL (Instalasi Pengolah Air Limbah). Selain itu,

berdasarkan program Prokasih (Program Kali Bersih) Visi 2005 yang dicanangkan oleh BAPPEDAL (Badan Pengelolaan dan Pengendalian Dampak Lingkungan Provinsi Jawa Tengah (2002) juga disebabkan oleh penurunan kualitas air sungai dan beragamnya pemanfaatan air sungai di beberapa sungai dan anak-anak sungai seperti ditunjukkan pada Tabel 1 (Sudibyakto, 2003).

Tabel 1. Sistem Sungai dalam Program PROKASIH Visi 2005 di Jawa Tengah

No	Kabupaten/Kota	Ruas Sungai	Peruntukan*)
1	Wonogiri	Bengawan Solo Hulu, Keduang, Wiroko, Alang, Ngunggahan, Wuryantoro dan Temon.	Bahan baku air minum (Kelas air sungai II), irigasi pedesaan, peternakan, pertambangan.
2	Sukoharjo	Dengkeng, Samin, Cabak, Ngrukem/Langsur, Ranjing, Palur, Jlantah, Ambil-ambil, Tanggul/Premulung, Tempel Hilir/Baki, Tinggen, Brambang/Gandul/ Daleman.	Bahan baku air minum (Kelas air sungai II), irigasi pedesaan, peternakan, pertambangan.
3	Karanganyar	Sroyo, Ngringo, Pengok	Pembuangan limbah industri, limbah rumah tangga, pertanian.
4	Surakarta	Anyar, Jenes, Pepe dan Premulung	Pembuangan limbah industri kecil/rumah tangga, limbah kota, dll.
5	Sragen	Cemoro, Grompol, Mungkung, Labang dan Sawur	Pembuangan limbah rumah tangga, industri kecil.
6	Blora	Kedung Sambu, Kerung, Wulung, Kedung Watu, Sambong, Batokan, Gladangan/Grabagan, Gundul, Bugel, Kuwung, Kradanan, Ngrawan, Goak, Kedung Gadang.	Pembuangan limbah rumah tangga, industri kecil, pertanian/peternakan, dll.

Sumber : Bappedal Provinsi Jawa Tengah (2002) dalam Sudibyakto (2003).

Tanda *) hasil survey/pengamatan lapangan (2003).

Berdasarkan Peraturan Daerah Kabupaten Daerah Tingkat II Karanganyar Nomor 2 Tahun 1999 yang telah diubah dengan Peraturan Daerah Kabupaten Karanganyar Nomor 6 Tahun 2003 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah

Kabupaten Karanganyar menyebutkan bahwa Kecamatan Jaten termasuk dalam sub wilayah pembangunan II dengan salah satu potensi yang perlu dikembangkan adalah sektor industri. Wilayah industri Kecamatan Jaten meliputi wilayah Desa Ngringo, Desa Brujul, Desa Jetis, Desa Sroyo dan Desa Dagen. Pertumbuhan industri yang pesat di wilayah tersebut sebagai akibat kebijakan Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Karanganyar juga diikuti oleh meningkatnya pertumbuhan penduduk dan wilayah pemukiman. Peningkatan berbagai kegiatan tersebut menyebabkan meningkatnya buangan limbah.

Berbagai kegiatan pembangunan ekonomi yang memanfaatkan Sungai Ngringo sebagai tempat membuang limbah diperkirakan dapat mengakibatkan terjadinya penurunan kualitas perairan Sungai Ngringo. Hasil pemantauan kualitas air sungai yang dilakukan oleh Badan Lingkungan Hidup Kabupaten Karanganyar di Sungai Ngringo tahun 2010 menunjukkan bahwa semakin ke arah hilir kualitasnya semakin menurun, untuk parameter TSS tidak memenuhi Kriteria Mutu Air Kelas I, II, III maupun IV menurut PP No. 82 Tahun 2001. Untuk parameter COD, masih memenuhi Kriteria Mutu Air Kelas IV (Badan Lingkungan Hidup Kabupaten Karanganyar, 2010).

Penurunan kualitas air sungai terjadi sebagai akibat pembuangan limbah yang tidak terkendali akibat aktivitas pembangunan di sepanjang sungai, sehingga tidak sesuai dengan daya dukung lingkungan (Prihartanto dan Budiman, 2007). Menurunnya dayaguna, hasil guna, produktivitas, daya dukung dan daya tampung dari sumberdaya air karena menurunnya kualitas air pada akhirnya akan menurunkan kekayaan sumberdaya alam (Hendrawan, 2005). Untuk menjaga kualitas air agar tetap pada kondisi alamiahnya perlu dilakukan pengelolaan dan pengendalian pencemaran air secara bijaksana.

Sungai Ngringo sebagai tempat pembuangan limbah diperkirakan telah mengalami penurunan kualitas air. Agar sungai dapat bermanfaat secara berkelanjutan sesuai dengan peruntukannya, hal yang perlu dilakukan adalah mengidentifikasi kondisi kualitas air di Sungai Ngringo Kabupaten Karanganyar, kemudian menemukan upaya pengendalian pencemaran air Sungai Ngringo Kabupaten Karanganyar sebagai salah satu segi pengelolaan lingkungan hidup.

1.2. Perumusan Masalah

Sungai Ngringo mengalir melalui Kecamatan Jaten di Kabupaten Karanganyar. Di sepanjang aliran sungai terdapat beberapa kegiatan seperti industri, daerah pemukiman dan pertanian yang diperkirakan telah menyebabkan terjadinya penurunan kualitas air sungai Ngringo. Dari identifikasi tersebut diatas maka dapat dirumuskan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana kondisi kualitas air Sungai Ngringo akibat terjadinya peningkatan buangan limbah dan seberapa besar beban pencemaran sungai tersebut.
2. Bagaimana upaya pengendalian pencemaran yang perlu dilakukan untuk mencegah terjadinya penurunan kualitas air sungai.

1.3. Tujuan Penelitian

Berdasarkan pada latar belakang dan perumusan masalah sebagaimana diuraikan diatas, maka penulis dapat merumuskan tujuan penelitian yaitu :

1. Mengidentifikasi dan mengkaji kondisi kualitas air Sungai Ngringo dan mengetahui tingkat beban pencemaran Sungai Ngringo Kabupaten Karanganyar.
2. Mengkaji upaya pengendalian pencemaran air Sungai Ngringo Kabupaten Karanganyar.

1.4. Originalitas Penelitian

Penelitian tentang Kajian Kualitas Air Sungai Ngringo dalam Upaya Pengendalian Pencemaran air belum pernah di lakukan di Kabupaten Karanganyar. Adapun upaya pemantauan kualitas air sungai sudah dilakukan oleh Badan Lingkungan Hidup Kabupaten Karanganyar, namun dalam analisa pencemaran belum menggunakan indeks pencemaran dan belum digunakan untuk menentukan upaya pengendalian pencemaran. Literatur yang dapat dijadikan acuan bagi penulisan tesis ini adalah :

1. Agus Roma Purnomo, dengan Judul “Kajian Kualitas Perairan Sungai Sengkarang Dalam Upaya Pengelolaan Perairan Daerah Aliran Sungai di

Kabupaten Pekalongan” (Program Magister Ilmu Lingkungan Universitas Diponegoro 2010)

2. Azwir, dengan Judul “Analisa Pencemaran Air Sungai Tapung Kiri oleh Limbah Industri Kelapa Sawit PT. Peputra Masterindo Di Kabupaten Tangerang(Program Magister IlmuLingkungan Universitas Diponegoro 2006)
3. Wiwoho, dengan Judul “Model Identifikasi Daya Tampung Beban Cemar Sungai Dengan QUAL2E - Study Kasus Sungai Babon (Program Magister Ilmu Lingkungan Universitas Diponegoro 2005)
4. Mudarisin, dengan Judul “Strategi Pengendalian Pencemaran Sungai” - Studi Kasus Sungai Cipinang Jakarta Timur (Jenjang Magister Program Studi Ilmu Lingkungan Universitas Indonesia 2004)

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah agar pihak-pihak yang berkepentingan dapat memperoleh gambaran mengenai kondisi kualitas air Sungai Ngringo dan strategi yang sebaiknya dilakukan dalam upaya pengendalian pencemaran perairan di Sungai Ngringo Kabupaten Karanganyar, oleh karena itu manfaat yang dapat diperoleh adalah sebagai berikut :

1. Manfaat Akademik : sebagai karya ilmiah terutama bagi pengembangan ilmu pengetahuan atau referensi bagi penelitian kualitas air Sungai Ngringo di Kabupaten Karanganyar.
2. Manfaat Praktis : dapat dijadikan masukan bagi pembuatan kebijakan dalam pengendalian pencemaran air Sungai Ngringo di Kabupaten Karanganyar.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Sungai

Berdasarkan Undang-Undang Nomor 7 Tahun 2004 tentang Sumber Daya Air, yang dimaksud wilayah sungai adalah kesatuan wilayah pengelolaan sumber daya air dalam satu atau lebih daerah aliran sungai dan/atau pulau-pulau kecil yang luasnya kurang dari atau sama dengan 2.000 km². Sungai mengalir dari hulu dalam kondisi kemiringan lahan yang curam berturut-turut menjadi agak curam, agak landai, landai dan relatif rata. Arus atau kecepatan alir air sungai berbanding lurus dengan kemiringan lahan. Arus relatif cepat di daerah hulu dan bergerak menjadi lebih lambat dan makin lambat pada daerah hilir.

Sungai merupakan tempat berkumpulnya air dari lingkungan sekitarnya yang mengalir menuju tempat yang lebih rendah. Daerah sekitar sungai yang mensuplai air ke sungai dikenal dengan daerah tangkapan air atau daerah penyangga. Kondisi suplai air dari daerah penyangga dipengaruhi aktifitas dan perilaku penghuninya. Pada umumnya daerah hulu mempunyai kualitas air yang lebih baik daripada daerah hilir. Dari sudut pemanfaatan lahan, daerah hulu relatif sederhana dan bersifat alami seperti hutan dan perkampungan kecil. Semakin ke arah hilir keragaman pemanfaatan lahan meningkat. Sejalan dengan hal tersebut suplai limbah cair dari daerah hulu yang menuju daerah hilir pun menjadi meningkat. Pada akhirnya daerah hilir merupakan tempat akumulasi dari proses pembuangan limbah cair yang dimulai dari hulu (Wiwoho, 2005)

2.2. Kualitas Air

Kualitas air yaitu sifat air dan kandungan makhluk hidup, zat, energi atau komponen lain di dalam air. Kualitas air juga merupakan istilah yang menggambarkan kesesuaian atau kecocokan air untuk penggunaan tertentu, misalnya air minum, perikanan, pengairan/irigasi, industri, rekreasi dan sebagainya.

Kualitas air dapat diketahui dengan melakukan pengujian tertentu terhadap air tersebut. Pengujian yang biasa dilakukan adalah uji kimia, fisik biologi atau uji kenampakan (bau dan warna). Kualitas air dapat dinyatakan dengan beberapa parameter, yaitu parameter fisika (suhu, kekeruhan, padatan terlarut dan sebagainya), parameter kimia (pH, oksigen terlarut, BOD, kadar logam dan sebagainya) dan parameter biologi (keberadaan plankton, bakteri dan sebagainya).

2.3. Kriteria Baku Mutu Air

Baku mutu air adalah ukuran batas atau kadar makhluk hidup, zat, energi atau komponen yang ada atau harus ada dan atau unsur pencemar yang ditenggang keberadaannya di dalam air. Untuk itu agar kualitas air tetap terjaga maka setiap kegiatan yang menghasilkan limbah cair yang akan dibuang ke perairan umum atau sungai harus memenuhi standart baku mutu atau kriteria mutu air sungai yang akan menjadi tempat pembuangan limbah cair tersebut, sehingga kerusakan air atau pencemaran air sungai dapat dihindari atau dikendalikan.

Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air menyebutkan bahwa klasifikasi mutu air ditetapkan menjadi 4 (empat) kelas yaitu :

1. Kelas Satu : Air yang peruntukkannya dapat digunakan untuk air baku air minum dan atau peruntukkan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
2. Kelas Dua : Air yang peruntukkannya dapat digunakan untuk prasarana/sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman dan atau peruntukkan lain yang sama dengan kegunaan tersebut.
3. Kelas Tiga : Air yang peruntukkannya dapat digunakan untuk pembudidayaan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman, dan atau peruntukan lain yang sama dengan kegunaan tersebut.
4. Kelas Empat : Air yang peruntukkannya dapat digunakan untuk mengairi pertanaman dan atau peruntukkan lain yang sama dengan kegunaan tersebut.

2.4. Pencemaran Air

Polusi air adalah penyimpangan sifat-sifat air dari keadaan normal, bukan dari kemurniannya (Fardiaz, 1992). Keadaan normal air berbeda-beda tergantung pada faktor penentunya, yaitu kegunaan air dan asal sumber air. Menurut Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran air, yang dimaksud dengan pencemaran air adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi dan atau komponen lain ke dalam air oleh kegiatan manusia, sehingga kualitas air turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan air tidak dapat berfungsi sesuai dengan peruntukannya.

Berdasarkan definisi pencemaran air, penyebab terjadinya pencemaran dapat berupa masuknya makhluk hidup, zat, energi atau komponen lain yang berupa gas, bahan-bahan terlarut dan partikulat ke dalam air yang menyebabkan kualitas air tercemar sehingga mengganggu fungsi air. Masukan tersebut sering disebut dengan istilah unsur pencemar (polutan), yang pada prakteknya masukan tersebut berupa buangan yang bersifat rutin, misalnya buangan limbah cair.

Bahan pencemar (polutan) adalah bahan-bahan yang bersifat asing bagi alam atau bahan yang berasal dari alam itu sendiri yang memasuki suatu tatanan ekosistem sehingga mengganggu peruntukan ekosistem tersebut. Berdasarkan cara masuknya ke dalam lingkungan, polutan dikelompokkan menjadi dua, yaitu polutan alamiah dan polutan antropogenik (Effendi, 2003). Polutan alamiah adalah polutan yang memasuki suatu lingkungan (badan air) secara alami, misalnya akibat letusan gunung berapi, tanah longsor, banjir dan fenomena alam yang lain. Polutan yang memasuki suatu ekosistem secara alamiah sukar dikendalikan. Polutan antropogenik adalah polutan yang masuk ke badan air akibat aktivitas manusia, misalnya kegiatan domestik (rumah tangga), kegiatan urban (perkotaan) maupun kegiatan industri. Intensitas polutan antropogenik dapat dikendalikan dengan cara mengontrol aktivitas yang menyebabkan timbulnya polutan tersebut.

Berdasarkan perbedaan sifat-sifatnya, polutan air dapat dikelompokkan menjadi 9 (sembilan) kelompok yaitu : (1) padatan; (2) bahan buangan yang

membutuhkan oksigen (*oxygen-demanding wastes*); (3) mikroorganisme; (4) komponen organik sintetis; (5) nutrisi tanaman; (6) minyak; (7) senyawa anorganik dan mineral; (8) bahan radioaktif dan (9) panas. Pengelompokan tersebut bukan merupakan pengelompokan yang baku, karena suatu jenis polutan dapat dimasukkan ke dalam lebih dari satu kelompok (Fardiaz, 1992).

2.5. Sumber Pencemaran

Sumber pencemar air berdasarkan karakteristik limbah yang dihasilkan dapat dibedakan menjadi sumber limbah domestik dan sumber limbah non-domestik. Sumber limbah domestik umumnya berasal dari daerah pemukiman penduduk dan sumber limbah non domestik berasal dari kegiatan seperti industri, pertanian dan peternakan, perikanan, pertambangan atau kegiatan yang bukan berasal dari wilayah pemukiman.

Berdasarkan sumbernya (Mudarisin, 2004), jenis limbah cair yang dapat mencemari air dapat dikelompokkan menjadi beberapa golongan yaitu :

1. Limbah cair domestik, yaitu limbah cair yang berasal dari pemukiman, tempat-tempat komersial (perdagangan, perkantoran, institusi) dan tempat-tempat rekreasi. Air limbah domestik (berasal dari daerah pemukiman) terutama terdiri atas tinja, air kemih, dan buangan limbah cair (kamar mandi, dapur, cucian yang kira-kira mengandung 99,9 % air dan 0,1 % padatan). Zat padat yang ada tersebut terbagi atas ± 70 % zat organik (terutama protein, karbohidrat dan lemak) serta sisanya 30 % zat anorganik terutama pasir, air limbah, garam-garam dan logam.
2. Limbah cair industri merupakan limbah cair yang dikeluarkan oleh industri sebagai akibat dari proses produksi. Limbah cair ini dapat berasal dari air bekas pencuci, bahan pelarut ataupun air pendingin dari industri-industri tersebut. Pada umumnya limbah cair industri lebih sulit dalam pengolahannya, hal ini disebabkan karena zat-zat yang terkandung di dalamnya yang berupa bahan atau zat pelarut, mineral, logam berat, zat-zat organik, lemak, garam-garam, zat warna, nitrogen, sulfida, amoniak, dan lain-lain yang bersifat toksik.

3. Limbah pertanian yaitu limbah yang bersumber dari kegiatan pertanian seperti penggunaan pestisida, herbisida, fungisida dan pupuk kimia yang berlebihan.
4. Infiltration/inflow yaitu limbah cair yang berasal dari perembesan air yang masuk ke dalam dan luapan dari sistem pembuangan air kotor.

2.6. Indikator Pencemaran Air

Indikator atau tanda bahwa air lingkungan telah tercemar adalah adanya perubahan atau tanda yang dapat diamati melalui (Wardhana, 2004) :

1. Adanya perubahan suhu air
2. Adanya perubahan PH atau konsentrasi ion Hidrogen
3. Adanya perubahan warna, bau dan rasa air
4. Timbulnya endapan, koloidal, bahan pelarut
5. Adanya mikroorganisme
6. Meningkatnya radioaktivitas air lingkungan

Pengamatan yang dilakukan untuk mengetahui adanya perubahan kualitas air dapat digolongkan menjadi pengamatan secara fisis, kimia dan biologis (Warlina, 2004). Parameter yang umum digunakan untuk mengetahui tingkat pencemaran air yaitu antara lain :

a. Suhu

Suhu atau temperatur pada badan air penerima/sungai dapat berubah karena perubahan musim, perubahan harian dan masukan berupa buangan air limbah yang panas dari industri. Suhu memperlihatkan kecenderungan aktivitas kimiawi dan biologis di dalam air. Perubahan suhu berpengaruh terhadap proses fisika, kimia dan biologi badan air. Kenaikan suhu air akan menimbulkan beberapa akibat sebagai berikut : (1) jumlah oksigen terlarut di dalam air menurun; (2) kecepatan reaksi kimia meningkat; (3) kehidupan ikan dan hewan air lainnya terganggu dan (4) jika batas suhu yang mematikan terlampaui, ikan dan hewan air lainnya mungkin akan mati (Fardiaz, 1992). Peningkatan suhu juga menyebabkan terjadinya peningkatan dekomposisi bahan organik oleh mikroba. Kisaran suhu optimum bagi pertumbuhan fitoplankton di perairan adalah 20 °C - 30 °C (Effendi, 2003).

b. Padatan Tersuspensi (*Total Suspended Solid/TSS*)

Total Suspended Solid atau padatan tersuspensi adalah padatan yang menyebabkan kekeruhan air, tidak terlarut, dan tidak dapat mengendap langsung. Padatan tersuspensi terdiri dari partikel-partikel yang ukuran maupun beratnya lebih kecil dari pada sedimen, seperti bahan-bahan organik tertentu, tanah liat dan lainnya. Partikel menurunkan intensitas cahaya yang tersuspensi dalam air umumnya terdiri dari fitoplankton, zooplankton, kotoran hewan, sisa tanaman dan hewan, kotoran manusia dan limbah industri (Fardiaz, 1992).

c. pH atau Konsentrasi Ion Hidrogen

Air normal yang memenuhi syarat untuk suatu kehidupan mempunyai pH sekitar 6,5 - 7,5. Air akan bersifat asam atau basa tergantung besar kecilnya pH. Bila pH di bawah pH normal, maka air tersebut bersifat asam, sedangkan air yang mempunyai pH di atas pH normal bersifat basa. Air limbah dan bahan buangan industri akan mengubah pH air yang akhirnya akan mengganggu kehidupan organisme di dalam air (Wardhana, 2004).

Sebagian besar biota akuatik sensitif terhadap perubahan pH dan menyukai pH antara 7 - 8,5. Nilai pH sangat mempengaruhi proses biokimiawi perairan, misalnya proses nitrifikasi akan berakhir pada pH yang rendah (Effendi, 2003).

d. Oksigen terlarut (*Dissolved Oxygen, DO*)

Dissolved oxygen atau oksigen terlarut sangat menentukan kehidupan biota perairan. Oksigen merupakan akseptor elektron dalam reaksi respirasi, sehingga banyak dibutuhkan oleh biota aerobik. Oksigen juga mempengaruhi kelarutan dan ketersediaan berbagai jenis nutrisi dalam air. Kondisi oksigen terlarut yang rendah memungkinkan adanya aktivitas bakteri anaerobik pada badan air. Oksigen terlarut dipengaruhi oleh beberapa hal, antara lain penutupan vegetasi, BOD (*Biological Oxygen Demand*), perkembangan fitoplankton, ukuran badan air, dan adanya arus angin (<http://jeffri022.student.umm.ac.id>).

Kadar oksigen terlarut berfluktuasi secara harian (*diurnal*) dan musiman, tergantung pada pencampuran (*mixing*) dan pergerakan (*turbulence*) massa air,

aktivitas fotosintesis, respirasi, dan limbah (*effluent*) yang masuk ke badan air. Dekomposisi bahan organik dan oksidasi bahan anorganik dapat mengurangi kadar oksigen terlarut hingga mencapai nol (anaerob) (Effendi, 2003).

Fluktuasi harian oksigen dapat mempengaruhi parameter kimia yang lain, terutama pada saat kondisi tanpa oksigen, yang dapat mengakibatkan perubahan sifat kelarutan beberapa unsur kimia di perairan (Jeffries dan Mills, 1996 dalam Effendi, 2003).

Oksigen juga memegang peranan penting sebagai indikator kualitas perairan, karena oksigen terlarut berperan dalam proses oksidasi dan reduksi bahan organik dan anorganik. Selain itu, oksigen juga menentukan klan biologis yang dilakukan oleh organisme aerobik atau anaerobik. Dalam kondisi aerobik, peranan oksigen adalah untuk mengoksidasi bahan organik dan anorganik dengan hasil akhirnya adalah nutrisi yang pada akhirnya dapat memberikan kesuburan perairan. Dalam kondisi anaerobik, oksigen yang dihasilkan akan mereduksi senyawa-senyawa kimia menjadi lebih sederhana dalam bentuk nutrisi dan gas. Karena proses oksidasi dan reduksi inilah maka peranan oksigen terlarut sangat penting untuk membantu mengurangi beban pencemaran pada perairan secara alami maupun secara perlakuan aerobik yang ditujukan untuk memurnikan air buangan industri dan rumah tangga (Salmin, 2005).

Pada umumnya air lingkungan yang telah tercemar kandungan oksigennya sangat rendah. Hal ini dikarenakan oksigen yang terlarut di dalam air diserap oleh mikroorganisme untuk mendegradasi bahan buangan organik sehingga menjadi bahan yang mudah menguap (yang ditandai dengan bau busuk) (Wardhana, 2004). Suatu perairan yang tingkat pencemarannya rendah dan dapat dikategorikan sebagai perairan yang baik memiliki kadar oksigen terlarut (DO) > 5 ppm (Salmin, 2005).

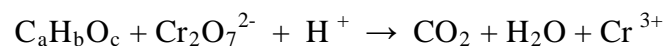
e. BOD (*Biochemical Oxygen Demand*)

Kebutuhan oksigen biologis atau *Biochemical Oxygen Demand* adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme di dalam air untuk memecah (mendegradasi) bahan organik yang ada di dalam air tersebut

(Wardhana, 2004). Jumlah mikroorganisme dalam air lingkungan tergantung pada tingkat kebersihan air. Air yang bersih relative mengandung mikroorganisme lebih sedikit dibandingkan yang tercemar. Air yang telah tercemar oleh bahan buangan yang bersifat antiseptik atau bersifat racun, seperti fenol, kreolin, detergen, asam sianida, insektisida dan sebagainya, jumlah mikroorganismenya juga relatif sedikit. Sehingga makin besar kadar BOD nya, maka merupakan indikasi bahwa perairan tersebut telah tercemar. Kadar oksigen biokimia (BOD) dalam air yang tingkat pencemarannya masih rendah dan dapat dikategorikan sebagai perairan yang baik berkisar 0 - 10 ppm (Salmin, 2005)

f. COD (*Chemical Oxygen Demand*)

Chemical Oxygen Demand atau kebutuhan oksigen kimia adalah jumlah oksigen yang diperlukan agar bahan buangan yang ada dalam air dapat teroksidasi melalui reaksi kimia (Wardhana, 2004). Bahan buangan organik tersebut akan dioksidasi oleh kalium bichromat yang digunakan sebagai sumber oksigen (*oxidizing agent*) menjadi gas CO₂ dan gas H₂O serta sejumlah ion chrom. Reaksinya sebagai berikut :



Jika pada perairan terdapat bahan organik yang resisten terhadap degradasi biologis, misalnya tannin, fenol, polisakarida dan sebagainya, maka lebih cocok dilakukan pengukuran COD daripada BOD. Kenyataannya hampir semua zat organik dapat dioksidasi oleh oksidator kuat seperti kalium permanganat dalam suasana asam, diperkirakan 95 % - 100 % bahan organik dapat dioksidasi.

Perairan dengan nilai COD tinggi tidak diinginkan bagi kepentingan perikanan dan pertanian. Nilai COD pada perairan yang tidak tercemar biasanya kurang dari 20 mg/L, sedangkan pada perairan tercemar dapat lebih dari 200 mg/L dan pada limbah industri dapat mencapai 60.000 mg/L (UNESCO,WHO/UNEP, 1992 dalam Warlina, 2004).

g. Nitrogen (N)

Nitrogen total Kjeldahl adalah gambaran nitrogen dalam bentuk organik dan amonia pada air limbah. Nitrogen total juga merupakan penjumlahan dari nitrogen anorganik yang berupa N-NO_3 , N-NO_2 dan N-NH_3 , yang bersifat larut; dan nitrogen organik yang berupa partikulat yang tidak larut dalam air (Effendi, 2003). Nitrogen dalam air limbah pada umumnya terdapat dalam bentuk organik dan oleh bakteri berubah menjadi Nitrogen amonia. Dalam kondisi aerobik bakteri dapat mengoksidasi amonia menjadi nitrit dan nitrat. Nitrat dapat digunakan oleh algae dan tumbuh-tumbuhan lain untuk membentuk protein tanaman.

Amonia merupakan senyawa nitrogen yang menjadi NH_4 pada pH rendah. Amonia dalam air limbah terbentuk karena adanya proses kimia secara alami. Sedangkan Nitrit merupakan bentuk nitrogen yang hanya sebagian teroksidasi. Nitrit tidak ditemukan dalam limbah yang segar melainkan dalam limbah yang sudah basi atau lama. Sumber nitrit dapat berupa limbah industri dan limbah domestik. Kadar Nitrit di perairan relatif sedikit, tidak tetap dan dapat berubah menjadi amonia atau dioksidasi menjadi nitrat (Ginting, 2007).

Nitrat (NO_3) adalah bentuk utama nitrogen di perairan alami dan merupakan nutrisi utama bagi pertumbuhan tanaman dan algae. Nitrat dapat digunakan untuk mengelompokkan tingkat kesuburan perairan. Perairan oligotrofik memiliki kadar nitrat antara 0 - 1 mg/L, perairan mesotrofik memiliki kadar nitrat antara 1 - 5 mg/L, dan perairan eutrofik memiliki kadar nitrat yang berkisar antara 5 - 50 mg/L (Volenweider, 1969 dalam Wetzel, 1975 dalam Effendi, 2003). Pada perairan yang menerima limpasan air dari daerah pertanian yang banyak mengandung pupuk, kadar nitrat dapat mencapai 1.000 mg/L. Kadar nitrat untuk keperluan air minum sebaiknya tidak melebihi 10 mg/L (Davis dan Cornwell, 1991 dalam Effendi, 2003).

Sumber amonia di perairan adalah pemecahan nitrogen organik (protein dan urea) dan nitrogen anorganik yang terdapat di dalam tanah dan air, yang berasal dari dekomposisi bahan organik (tumbuhan dan biota akuatik yang telah mati) oleh mikroba dan jamur. Sumber amonia yang lain adalah reduksi gas

nitrogen yang berasal dari proses difusi udara atmosfer, limbah industri dan domestik (Effendi, 2003).

Amonia yang terukur di perairan berupa amonia total (NH_3 dan NH_4^+). Amonia bebas tidak dapat terionisasi, sedangkan amonium (NH_4^+) dapat terionisasi. Amonia bebas (NH_3) yang tidak terionisasi bersifat toksik terhadap organisme akuatik. Toksisitas amonia terhadap organisme akuatik akan meningkat jika terjadi penurunan kadar oksigen terlarut, pH dan suhu. Amonia jarang ditemukan pada perairan yang mendapat cukup pasokan oksigen. Sebaliknya, pada wilayah anoksik (tanpa oksigen) yang biasanya terdapat di dasar perairan, kadar amonia relatif tinggi (Effendi, 2003).

h. Fosfor (P)

Di perairan, unsur fosfor tidak ditemukan dalam bentuk bebas sebagai elemen, melainkan dalam bentuk senyawa anorganik terlarut (ortofosfat dan polifosfat) dan senyawa organik yang berupa partikulat. Fosfor total menggambarkan jumlah total fosfor, baik berupa partikulat maupun terlarut, anorganik maupun organik.

Sumber alami fosfor di perairan adalah pelapukan batuan mineral, misalnya *fluorapatite* [$\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$], *hydroxylapatite* [$\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$], *strengite* [$\text{Fe}(\text{PO}_4) \cdot 2\text{H}_2\text{O}$], *whitlockite* [$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$] dan *berlinite* (AlPO_4). Selain itu, fosfor juga berasal dari dekomposisi bahan organik. Sumber antropogenik fosfor adalah limbah industri dan domestik, yakni fosfor yang berasal dari detergen. Limpasan dari daerah pertanian yang mengandung pupuk juga memberikan kontribusi cukup besar bagi keberadaan fosfor (Effendi, 2003).

Kandungan fosfat yang tinggi dalam perairan menyebabkan suburnya algae dan organisme lainnya atau yang dikenal dengan eutrophikasi. Kesuburan tanaman air akan menghalangi kelancaran arus air dan mengakibatkan berkurangnya oksigen terlarut (Ginting, 2007).

Kadar fosfor yang diperkenankan bagi kepentingan air minum adalah 0,2 mg/L dalam bentuk fosfat (PO_4). Kadar fosfor pada perairan alami berkisar antara 0,005 - 0,02 mg/L P- PO_4 , sedangkan pada air tanah sekitar 0,02 mg/L

(UNESCO/WHO/UNEP, 1992 dalam Effendi 2003). Kadar fosfor total pada perairan alami jarang melebihi 1 mg/L (Boyd, 1988 dalam Effendi 2003).

Berdasarkan kadar fosfor total, perairan diklasifikasikan menjadi tiga, yaitu (1) perairan dengan tingkat kesuburan rendah, yang memiliki kadar fosfat total berkisar antara 0 - 0,02 mg/L; (2) perairan dengan tingkat kesuburan sedang, yang memiliki kadar fosfat total 0,021 - 0,05 mg/L; dan (3) perairan dengan tingkat kesuburan tinggi, yang memiliki kadar fosfat total 0,051 - 0,1 mg/L (Yoshimura dalam Liaw, 1969 dalam Effendi, 2003).

i. Besi

Kandungan besi dalam air yang teroksidasi berwarna kecoklatan dan tidak larut mengakibatkan penggunaan air menjadi terbatas. Air tidak dapat lagi dipergunakan untuk air rumah tangga, cucian dan air industri. Kandungan besi dalam air dapat berasal dari larutan batu-batuan yang mengandung senyawa Fe seperti *Pyrit*. Dalam buangan limbah industri kandungan besi berasal dari korosi pipa-pipa air mineral logam sebagai hasil reaksi elektro kimia yang terjadi pada perubahan air yang mengandung padatan larut mempunyai sifat menghantarkan listrik dan ini mempercepat terjadinya korosi (Ginting, 2007).

Pada pH sekitar 7,5 - 7,7 ion ferri mengalami oksidasi dan berikatan dengan hidroksida membentuk $(\text{Fe}(\text{OH})_3)$ yang bersifat tidak larut dan mengendap (presipitasi) di dasar perairan, membentuk warna kemerahan pada substrat dasar. Oleh karena itu, besi hanya ditemukan pada perairan yang berada kondisi anaerob (anoksik) dan suasana asam (Cole, 1988 dalam Effendi 2003).

Sumber besi di alam adalah *pyrite* (FeS_2), *hematite* (Fe_2O_3), *magnetite* (Fe_3O_4), *limonite* [$\text{FeO}(\text{OH})$], *goethite* (HFeO_2), dan *ochre* [$\text{Fe}(\text{OH})_3$] (Cole, 1988 dan Moore, 1991 dalam Effendi, 2003). Senyawa besi pada umumnya bersifat sukar larut dan cukup banyak terdapat di dalam tanah. Besi juga terdapat sebagai senyawa *siderite* (FeCO_3) yang bersifat mudah larut dalam air (Cole, 1988 dalam Effendi, 2003).

Kadar besi pada perairan alami berkisar antara 0,05 - 0,2 mg/L (Boyd, 1988 dalam Effendi, 2003). Kadar besi $>1,0$ mg/L dianggap membahayakan

kehidupan organisme akuatik (Moore, 1991 dalam Effendi, 2003). Air yang diperuntukkan bagi air minum sebaiknya memiliki kadar besi kurang dari 0,3 mg/L (Moore, 1991; Sawyer dan McCarty, 1978 dalam Effendi, 2003) dan perairan yang diperuntukkan bagi keperluan pertanian sebaiknya memiliki kadar besi tidak lebih dari 20 mg/L (McNeely et al., 1979 dalam Effendi, 2003).

Besi termasuk unsur yang esensial bagi makhluk hidup. Pada tumbuhan, termasuk algae, besi berperan sebagai penyusun sitokrom dan klorofil. Kadar besi yang berlebihan dapat menimbulkan warna merah dan mengakibatkan karat pada logam serta memudahkan bahan celupan (*dyes*) dan tekstil. Pada tumbuhan, besi berperan dalam sistem enzim dan transfer elektron pada proses fotosintesis. Namun, kadar besi yang berlebihan dapat menghambat fiksasi unsur lainnya (Effendi, 2003).

Besi banyak digunakan dalam kegiatan pertambangan, industri kimia, bahan celupan, tekstil, penyulingan, minyak dan sebagainya (Eckenfelder, 1989 dalam Effendi, 2003).

j. Kromium

Kromium merupakan unsur yang jarang ditemukan pada perairan alami. Kromium yang ditemukan di perairan adalah kromium trivalen (Cr^{3+}) dan kromium heksavalen (Cr^{6+}); namun pada perairan yang memiliki pH lebih dari 5, kromium trivalen tidak ditemukan. Apabila masuk ke perairan, kromium trivalen akan dioksidasi menjadi kromium heksavalen yang lebih toksik.

Kromium tidak ditemukan di alam sebagai logam murni. Sumber alami kromium adalah batuan *chromite* (FeCr_2O_4) dan *chromic oxide* (Cr_2O_3) (Novotny dan Olem, 1994 dalam Effendi, 2003). Garam-garam kromium digunakan dalam industri besi baja, cat, bahan celupan (*dyes*), bahan peledak, tekstil, keramik, gelas, fotografi, sebagai penghambat korosi dan sebagai campuran lumpur pengeboran (*drilling mud*) (Effendi, 2003).

Kadar kromium maksimum yang diijinkan bagi kepentingan air minum adalah 0,05 mg/L (Sawyer dan McCarty, 1978 dalam Effendi, 2003). Kadar

kromium pada perairan tawar biasanya kurang dari 0,001 mg/L dan pada perairan laut sekitar 0,00005 mg/L.

Kromium trivalen merupakan unsur yang esensial bagi tumbuhan dan hewan sedangkan kromium heksavalen bersifat toksik. Keracunan kromium dapat mengganggu fungsi hati, ginjal, pernafasan dan mengakibatkan terjadinya kerusakan kulit.

Fitoplankton lebih sensitif terhadap kromium daripada ikan. Kadar kromium sebesar 2 µg/L dapat menghambat pertumbuhan *mikroalgae Microcystis aeruginosa* dan kadar kromium sebesar 20 µg/L dapat menghambat pertumbuhan *Chlorella pyrenoidosa* dan *Clamydomonas reinhardtii* (Canadian Council of Resource and Environment Ministers, 1987 dalam Effendi, 2003).

k. Bakteri *Coliform* Total

Lingkungan perairan mudah tercemar oleh mikroorganisme patogen (berbahaya) yang masuk dari berbagai sumber seperti permukiman, pertanian dan peternakan. Bakteri yang umum digunakan sebagai indikator tercemarnya suatu badan air adalah bakteri yang tergolong *Escherichia coli*, yang merupakan salah satu bakteri yang tergolong koliform dan hidup normal di dalam kotoran manusia dan hewan (Effendi, 2003). Keberadaan bakteri ini dapat digunakan sebagai indikator dalam menilai tingkat higienisitas suatu perairan.

Bakteri *coliform* total merupakan semua jenis bakteri aerobik, anaerobik fakultatif, dan *rod-shape* (bakteri batang) yang dapat memfermentasi laktosa dan menghasilkan gas dalam waktu 48 jam pada suhu 35 °C. Bakteri *coliform* total terdiri dari *Escherichia coli*, *Citrobacter*, *Klebsiella* dan *Enterobacter*. *Fecal coliform* adalah anggota dari *coliform* yang mampu memfermentasi laktosa pada suhu 44,5 °C dan merupakan bagian yang paling dominan (97 %) pada tinja manusia dan hewan (Effendi, 2003).

2.7. Beban Pencemaran

Beban pencemaran sungai adalah jumlah suatu unsur pencemar yang terkandung dalam air sungai. Beban pencemaran sungai dapat disebabkan oleh

adanya aktivitas industri, pemukiman dan pertanian. Beban pencemaran sungai dapat dihitung dengan menggunakan rumus (Mitsch & Goesselink, 1993 dalam Marganof, 2007) :

$$BPS = (Cs)_j \times Qs \times f \quad (1)$$

Keterangan :

BPS = Beban Pencemaran Sungai (kg/hr)

$(Cs)_j$ = kadar terukur sebenarnya unsur pencemar-j (mg/lt)

Qs = Debit air sungai (m^3 /hari)

f = faktor konversi = $\frac{1 \text{ kg}}{1.000.000 \text{ mg}} \times \frac{1000 \text{ liter}}{1 \text{ m}^3} = 0,001$

a. Beban Pencemaran Industri

Beban pencemaran yang diakibatkan oleh limbah pada masing-masing industri, didasarkan pada jumlah unsur pencemar yang terkandung dalam aliran limbah cair. Untuk itu digunakan perhitungan sebagai berikut :

$$BPI = (\sum Qw \times Cw) \times f \quad (2)$$

Keterangan :

BPI = Beban Pencemaran Industri (kg/hr)

Cw = Konsentrasi polutan air limbah (mg/lt)

Qw = Debit limbah cair (m^3 /hari)

f = faktor konversi = $\frac{1 \text{ kg}}{1.000.000 \text{ mg}} \times \frac{1000 \text{ lt}}{1 \text{ m}^3}$

b. Beban Pencemaran Domestik

Limbah domestik adalah limbah yang bersumber dari pemukiman penduduk. Purwanto (2004) menyebutkan bahwa volume limbah cair yang dihasilkan oleh setiap mulai dari mandi, cuci dan lain-lain mencapai 100 liter per hari. Volume limbah domestik sangat bervariasi dan pada umumnya sangat berkaitan erat dengan standar hidup masyarakat (Djajaningrat dan Harsono, 1991). Lebih rinci lagi Metcalf dan Eddy dalam Sugiharto (2005) menyebutkan rata-rata air limbah dari daerah permukiman sebagaimana ditunjukkam pada Tabel 2.

Tabel 2. Rata-Rata Aliran Air Limbah dari Daerah Pemukiman

No	Sumber	Jumlah limbah per orang per hari (liter)	Rata-rata (ltr/org/hari)
1	Apartemen	200-300	260
2	Hotel, penghuni tetap	150-220	190
3	Tempat tinggal keluarga :		
	- Rumah pada umumnya	190-350	280
	- Rumah yang lebih baik	250-400	310
	- Rumah mewah	300-550	380
	- Rumah pondok	120-200	150

Sumber : Metcalf dan Eddy dalam Sugiharto (2005)

Perkiraan beban pencemaran oleh air limbah domestik dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\frac{\text{Beban Pencemaran Domestik}}{(\text{kg/hari})} = \frac{\text{Jml Penduduk}}{(\text{Jiwa})} \times \frac{F \text{ Konversi}}{(\text{gr/kap/hari})} \times \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ gr}} \quad (3)$$

Menurut Kositrana *et al.*, 1989; WHO, 1993 dalam Marganof (2007) konversi beban pencemaran BOD, COD, total N dan total P perkapita perhari dari limbah cair yang tidak diolah masing-masing sebesar 53 gram, 101,6 gram, 22,7 gram dan 3,8 gram. Sedangkan untuk limbah domestik yang menggunakan septic tank adalah 12,6 gram, 24,2 gram, 5,4 gram dan 0,9 gram.

c. Beban Pencemaran Pertanian

Kegiatan pertanian seperti penggunaan pestisida, herbisida dan fungisida serta penggunaan pupuk yang berlebihan dapat menimbulkan pencemaran. Pencemaran juga dapat berasal dari pembuangan limbah organik yang dihasilkan dari proses pemanenan hasil pertanian dapat menyebabkan kebutuhan oksigen meningkat dan mikroorganisme. Beban pencemaran pertanian ini dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\frac{\text{Beban Pencemaran Pertanian}}{(\text{kg/hari})} = \frac{\text{Luas Lahan}}{(\text{ha})} \times \frac{\text{Unit}}{(\text{kg/ha/hari})} \quad (4)$$

Estimasi/unit beban polutan yang dihasilkan dari limbah pertanian per satuan luas per hari tersaji pada Tabel 3 sebagai berikut :

Tabel 3. Estimasi Beban Polutan dari Limbah Pertanian

Parameter	Besaran	Unit
BOD	0,07	Kg/ha hari
N	0,02	Kg/ha hari
P	0,001	Kg/ha hari

(Sumber : James, 1984)

d. Daya Tampung Beban Pencemaran

Daya tampung beban pencemaran atau sering disebut dengan beban harian maksimum total (*total maximum daily loads*) merupakan kemampuan air pada suatu sumber air, untuk menerima masukan beban pencemaran tanpa mengakibatkan air tersebut menjadi cemar. Perhitungan daya tampung beban pencemaran diperlukan untuk mengendalikan zat pencemar yang berasal dari berbagai sumber pencemar yang masuk ke dalam sumber air dengan mempertimbangkan kondisi intrinsik sumber air dan baku mutu air yang ditetapkan. Penentuan daya tampung beban pencemaran dapat ditentukan dengan menggunakan metode neraca massa, yaitu dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\frac{\text{Daya tampung}}{\text{beban cemaran}} = \frac{\text{Beban cemaran sesuai}}{\text{baku mutu}} - \frac{\text{Beban cemaran}}{\text{terukur}} \quad (5)$$

2.8. Indeks Pencemaran

Di dalam pasal 2 Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 115 tahun 2003 tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air dijelaskan bahwa penentuan status mutu air dapat dilakukan dengan menggunakan Metode STORET atau Metode Indeks Pencemaran.

Sumitomo dan Nemerow (1970) dalam Lampiran II Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup (2003) mengusulkan suatu indeks yang berkaitan dengan senyawa pencemar yang bermakna untuk suatu peruntukan. Indeks ini

dinyatakan sebagai Indeks Pencemaran (Pollution index) yang digunakan untuk menentukan tingkat pencemaran relative terhadap parameter kualitas air yang diizinkan.

Indeks Pencemaran (IP) ditentukan untuk suatu peruntukan, kemudian dapat dikembangkan untuk beberapa peruntukan bagi seluruh bagian badan air atau sebagian dari suatu sungai. Analisis statistik yang digunakan adalah metode Indeks Pencemaran (IP) untuk mengetahui kualitas air sungai. Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$IP_j = \sqrt{\frac{(C_i/L_{ij})^2 M + (C_i/L_{ij})^2 R}{2}} \quad (6)$$

Dimana :

L_{ij} = Konsentrasi parameter kualitas air yang dicantumkan dalam baku mutu peruntukan air (j)

C_i = Konsentrasi parameter kualitas air hasil survei

IP_j = Indeks Pencemaran bagi peruntukan (j)

$(C_i/L_{ij})M$ = Nilai C_i/L_{ij} maksimum

$(C_i/L_{ij})R$ = Nilai C_i/L_{ij} rata-rata

Metode ini dapat langsung menghubungkan tingkat ketercemaran dengan dapat tidaknya suatu perairan dipakai untuk peruntukan tertentu dan dengan nilai parameter-parameter tertentu. Evaluasi terhadap nilai Indeks Mutu/Pencemaran Perairan ditunjukkan pada Tabel 4 sebagai berikut :

Tabel 4. Hubungan Antara Nilai Indeks Pencemaran Dengan Mutu Perairan

Nilai IP	Mutu Perairan
0 – 1,0	Kondisi baik
1,1 – 5,0	Cemar ringan
5,0 – 10,0	Cemar sedang
>10,0	Cemar berat

Sumber : Keputusan Menteri LH No. 115 Tahun 2003

2.9. Pengendalian Pencemaran Air

Menurut Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 01 Tahun 2010 tentang Tata Laksana Pengendalian Pencemaran Air, pengendalian pencemaran air adalah upaya pencegahan dan penanggulangan pencemaran air serta pemulihan kualitas air untuk menjamin kualitas air agar sesuai dengan baku mutu air. Menurut Hendrawan (2005) pengendalian pencemaran merupakan upaya memaksimalkan dampak positif dan meminimumkan dampak negatif. Optimalisasi semacam ini sangat dipengaruhi oleh faktor politis, sosial dan budaya.

Menurut Ginting (1992) pengendalian pencemaran adalah setiap usaha pengelolaan limbah yang meliputi identifikasi sumber-sumber limbah, pemeriksaan konsentrasi bahan pencemar yang terkandung didalamnya serta jenis-jenis bahan pencemar dan jangkauan serta tingkat bahaya pencemaran yang mungkin ditimbulkan. Usaha pengendalian dan pencegahan pencemaran lingkungan dapat dilakukan melalui berbagai cara seperti teknologi pencegahan dan penanggulangan, pendekatan institusional, pendekatan ekonomi, pengelolaan lingkungan.

Teknologi pencegahan dan penanggulangan pencemaran adalah sistem perencanaan dan pengaturan buangan dengan berbagai bantuan fasilitas peralatan. Beberapa hal yang harus dipertimbangkan dalam pemilihan teknologinya adalah karakteristik limbah dan standar kualitas *effluent*, sistem desain peralatan diharapkan mempunyai kemampuan untuk mengubah kualitas *influent* yang memenuhi standar kualitas *effluent*. Penanggulangan pencemaran akibat usaha industri dititikberatkan pada pemasangan peralatan pengolahan yang lebih dikenal dengan istilah *end pipe of treatment*. Yang perlu diperhatikan dalam pemasangan pengolah limbah adalah jenis zat pencemar, volume limbah, lamanya berlangsung, jangkauan dan jumlah yang terkena.

Penanggulangan limbah juga dapat dilakukan dengan pengolahan kembali limbah yang dihasilkan sehingga mempunyai nilai ekonomis. Pengolahan kembali (daur ulang) dapat menghemat biaya produksi, menghemat biaya pengendalian pencemaran dan menghasilkan tambahan pendapatan. Selain itu penanggulangan

pencemaran dapat juga dengan melakukan perubahan proses yang lebih baik sehingga zat pencemar yang terbuang lebih sedikit, substitusi bahan baku yang bersifat berbahaya dan beracun dengan bahan lain yang lebih kecil resiko pencemarannya atau dengan jenis teknologi tertentu yang mempunyai kadar buangan rendah.

Penetapan standar merupakan salah satu upaya efektif dalam pengendalian pencemaran air. Standar memberikan arahan bagi pihak-pihak yang berkaitan dengan program tersebut. Standar kualitas air adalah pesyaratan kualitas air yang ditetapkan oleh suatu negara atau wilayah untuk keperluan perlindungan dan manfaat air pada negara atau wilayah yang bersangkutan. Standar kualitas air yang berlaku harus dapat dilaksanakan yaitu semaksimal mungkin dapat melindungi lingkungan tetapi memberikan toleransi bagi pembangunan industri dan sarana pengendalian pencemaran air yang ekonomis. Dalam pengelolaan kualitas air dikenal dua macam standar, yaitu *stream standard* dan *effluent standar* (Hendrawan, 2005).

Berdasarkan Peraturan Pemerintah No.82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air, kegiatan Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air dilaksanakan secara terpadu dengan menggunakan pendekatan ekosistem. Keterpaduan tersebut dilaksanakan melalui tahapan perencanaan, implementasi, pengamatan dan evaluasi.

Ruang lingkup pengendalian pencemaran air menurut Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 01 Tahun 2010 meliputi inventarisasi dan identifikasi sumber pencemar air, penetapan daya tampung beban pencemaran air, penetapan baku mutu air limbah, penetapan kebijakan pengendalian pencemaran air, perizinan, pemantauan kualitas air, pembinaan dan pengawasan dan penyediaan informasi.

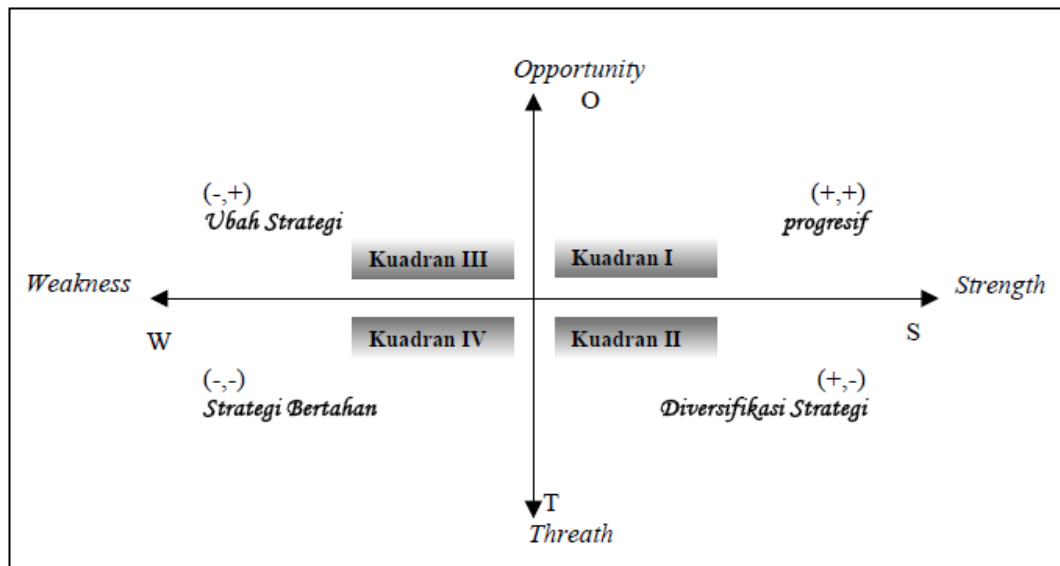
2.10. Strategi Pengendalian Pencemaran Air

Strategi merupakan alat untuk mencapai tujuan. Upaya pengendalian pencemaran air memerlukan perencanaan yang strategis yang meliputi proses analisis, perumusan dan evaluasi strategi-strategi itu. Salah satu model

perencanaan strategis adalah analisis SWOT (*Strength, Weaknesses, Opportunities dan Threats*). Analisis ini dapat digunakan sebagai dasar untuk merancang strategi dan program kerja.

Analisis SWOT adalah analisis untuk mengetahui faktor-faktor internal dan eksternal yang digunakan untuk menentukan strategi yang dilakukan. Komponen faktor internal adalah : (1) *Strength* (S) adalah kekuatan dan potensi suatu sektor yang dimanfaatkan untuk menunjang pengembangan, (2) *Weakness* (W) adalah kelemahan atau masalah yang dihadapi oleh sektor yang dikembangkan dan dapat menghambat pengembangan potensi yang dimiliki. Komponen faktor eksternal adalah : (1) *Opportunity* (O) adalah peluang atau kesempatan dari luar yang dapat digunakan bagi pengembangan potensi, (2) *Threat* (T) adalah ancaman atau hambatan yang berasal dari luar yang dapat mengganggu pengembangan potensi (Surakhmad, 1994 dalam Dhokhikah dan Koesoemawati, 2007).

Analisis SWOT didasarkan pada logika yang dapat memaksimalkan kekuatan dan peluang, namun secara bersamaan dapat meminimalkan kelemahan dan ancaman. Untuk dapat mengambil keputusan strategis perlu dilakukan analisis faktor-faktor strategis (kekuatan, kelemahan, peluang dan ancaman) dalam kondisi yang ada saat ini (Rangkuti, 2006). Analisis dilakukan melalui kegiatan pembobotan terhadap setiap komponen pada kekuatan, kelemahan, ancaman dan peluang. Kegiatan pembobotan merupakan upaya untuk menentukan besar kecilnya tingkat kekuatan, kelemahan, peluang dan ancaman untuk diperbandingkan antara kekuatan dan kelemahan sebagai kemampuan internal dan antara peluang dan ancaman sebagai faktor eksternal. Hasil perbandingan antara keduanya akan menentukan posisinya dalam kudran SWOT.



Gambar 1. Kuadran SWOT (Sumber : <http://daps.bps.go.id>)

Hasil analisis pada kuadran SWOT memiliki interpretasi sebagai berikut :

- Kuadran I** : positif, positif apabila $S > W$ dan $O > T$
 Menunjukkan bahwa situasi saat ini sangat menguntungkan. Kekuatan dan peluang yang dimiliki masing-masing indikator pengendalian pencemaran dapat terlaksana dengan baik. Strategi yang harus diterapkan adalah progresif dengan mendukung kebijakan pengendalian pencemaran yang agresif.
- Kuadran II** : positif, negatif apabila $S > W$ dan $O < T$
 Menunjukkan bahwa strategi mempunyai kekuatan tetapi menghadapi ancaman yang tidak menguntungkan. Rekomendasi strategi yang diusulkan adalah dengan melakukan diversifikasi strategi.
- Kuadran III** : negatif, positif apabila $S < W$ dan $O > T$
 Menunjukkan bahwa strategi pengendalian saat ini tidak efektif namun sangat berpeluang sehingga harus dilakukan perubahan strategi untuk meminimalkan kelemahan yang dimiliki dan memanfaatkan peluang-peluang yang ada.

Kuadran IV : negatif, negatif apabila $S < W$ dan $O < T$

Menunjukkan bahwa kondisi saat ini tidak menguntungkan. Rekomendasi strategi yang diberikan adalah strategi bertahan untuk mengendalikan pencemaran yang terjadi sambil terus berupaya membenahi diri.

Penyusunan strategi pengendalian pencemaran yang didasarkan pada analisis SWOT pada kondisi saat ini dilakukan analisis lanjut dengan menggunakan matriks SWOT (Tabel 4). Pada tahap ini digunakan pendekatan kualitatif dengan menampilkan delapan kotak, yaitu dua paling atas adalah kotak faktor internal (kekuatan dan kelemahan) sedangkan dua kotak sebelah kiri adalah faktor eksternal (peluang dan tantangan). Empat kotak lainnya merupakan kotak isu-isu strategis yang timbul sebagai hasil titik pertemuan antara faktor-faktor internal dan eksternal (<http://daps.bps.go.id>)

Tabel 5. Matriks dalam Analisis SWOT

External Environment	Internal Audit	
	Strength (S)/Kekuatan	Weakness (W)/Kelemahan
Opportunity (O)/Peluang	SO	WO
Threat (T)/Ancaman	ST	WT

Keterangan :

- ♦ SO, memanfaatkan kekuatan (S) secara maksimal untuk meraih peluang
- ♦ ST, memanfaatkan kekuatan (S) secara maksimal untuk mengantisipasi/menghadapi ancaman (T) dan berusaha secara maksimal menjadikan ancaman menjadi peluang
- ♦ WO, meminimalkan kelemahan (W) untuk meraih peluang (O)
- ♦ WT, meminimalkan kelemahan (W) untuk menghindari secara lebih baik ancaman (T)

Dalam analisis SWOT pengendalian pencemaran ini digunakan indikator-indikator sebagai dasar penilaian untuk mengidentifikasi kekuatan, kelemahan, peluang dan ancaman dalam upaya pengendalian pencemaran air saat ini. Indikator-indikator ini ditentukan berdasarkan unsur-unsur yang mempengaruhi

tingkat pencemaran sungai dan prinsip-prinsip pengendalian pencemaran. Unsur-unsur yang digunakan dalam analisis ini adalah :

1. Kondisi fisik sungai, merupakan unsur yang menjelaskan kondisi lingkungan sungai saat ini dengan masalah yang dihadapi dan potensi yang ada secara fisik. Unsur ini meliputi tingkat pencemaran air.
2. Upaya pengendalian pencemaran air, merupakan unsur yang menjelaskan usaha-usaha pengendalian pencemaran air yang telah dilakukan oleh pemerintah dan masyarakat, untuk mengurangi tingkat pencemaran air.
3. Sikap dan perilaku masyarakat, merupakan unsur yang menjelaskan sikap-sikap dan perilaku masyarakat setempat dalam upaya pengendalian pencemaran air, baik yang bersifat mendukung maupun menghambat keberhasilan pengendalian pencemaran air.
4. Peran Pemerintah dalam upaya pengendalian pencemaran air, merupakan unsur yang menjelaskan kebijakan pemerintah pusat, pemerintah provinsi, pemerintah kabupaten dan instansi terkait tentang pengendalian pencemaran air, baik yang bersifat mendukung maupun menghambat.

Unsur-unsur tersebut diharapkan dapat menjadi dasar penilaian evaluasi upaya pengendalian pencemaran air dan penyusunan strategi pengendalian pencemaran yang baru. Masing-masing unsur memiliki indikator-indikator berdasarkan Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 01 Tahun 2010 tentang Tata Laksana Pengendalian Pencemaran Air dan parameter-parameter yang ditelusuri melalui proses analisis serta ketersediaan informasi yang ada di daerah penelitian. Indikator-indikator yang ada yang digunakan dalam analisis ini meliputi 17 indikator yang dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Penentuan Indikator Analisis SWOT Pengendalian Pencemaran Air

Unsur	Indikator
Kondisi fisik sungai	1 Pencemaran perairan
Perlakuan pengendalian pencemaran air	2 Pemantauan kualitas air
	3 Penetapan daya tampung beban pencemaran air
	4 Penetapan baku mutu air limbah
	5 Pembuatan IPAL
	6 Inventarisasi dan identifikasi sumber pencemar air
Sikap dan perilaku masyarakat	7 Pembuangan limbah industri
	8 Pembuangan limbah pemukiman
	9 Pembuangan limbah perternakan
	10 Kesadaran mentaati peraturan yang berlaku
	11 Pengetahuan dalam pengelolaan limbah
Peran Pemerintah	12 Perizinan pembuangan air limbah ke sumber air
	13 Penyediaan informasi
	14 Penetapan kebijakan pengendalian pencemaran air
	15 Pembinaan dan pengawasan
	16 Koordinasi antar instansi yang berkepentingan dalam pengendalian pencemaran air
	17 Penerapan konsep partisipasi masyarakat dalam pelaksanaan kegiatan pengendalian pencemaran air

Metode penilaian yang digunakan terhadap indikator-indikator tersebut di atas dengan menentukan kriteria penilaian terhadap seluruh indikator ke dalam dua kriteria umum, yaitu :

1. Kriteria penilaian yang bersifat mendorong, merupakan kriteria penilaian yang berperan sebagai kekuatan dan peluang, sehingga diberikan bobot nilai positif (+). Besarnya nilai yang diberikan atas indikator tersebut disesuaikan dengan klasifikasinya.
2. Kriteria penilaian yang bersifat menghambat, merupakan kriteria penilaian yang berperan sebagai kelemahan dan ancaman, sehingga diberikan bobot nilai negatif (-). Besarnya nilai yang diberikan atas indikator tersebut disesuaikan dengan klasifikasinya.

Dalam pengendalian pencemaran air, setiap indikator memiliki klasifikasi yang berbeda. Hal ini disebabkan oleh perbedaan interpretasi dan kemungkinan hasil analisis yang diperoleh dari tiap-tiap indikator. Klasifikasi dan bobot nilai terhadap masing-masing indikator analisis dapat dilihat pada Tabel 7 berikut.

Tabel 7. Klasifikasi dan Bobot Nilai Indikator Pengendalian Pencemaran Air

No	Indikator	Klasifikasi	Nilai
1	Pencemaran perairan	Kondisi baik (IP : 0 - 1)	+2
		Cemar ringan (IP : 1,1 - 5)	-1
		Cemar sedang atau cemar berat (IP : 5 - 10 atau IP : > 10)	-2
2	Pemantauan kualitas air	Ada pemantauan kualitas air	+2
		Tidak ada pemantauan kualitas air	-2
3	Penetapan daya tampung beban pencemaran air	Ada penetapan daya tampung beban pencemaran air	+2
		Tidak ada penetapan daya tampung beban pencemaran air	-2
4	Penetapan baku mutu air limbah	Ada penetapan baku mutu air limbah	+2
		Tidak ada penetapan baku mutu air limbah	-2
5	Pembuatan IPAL	Ada IPAL, berfungsi dengan baik	+2
		Ada IPAL, tidak berfungsi	-1
		Tidak ada IPAL	-2
6	Inventarisasi dan identifikasi sumber pencemar air	Ada kegiatan inventarisasi dan identifikasi sumber pencemaran air	+2
		Inventarisasi dan identifikasi hanya pada sumber pencemaran tertentu	-1
		Tidak ada inventarisasi dan identifikasi sumber pencemaran air	-2
7	Pembuangan limbah industri	Tidak ada pembuangan limbah industri	+2
		Terjadi pembuangan limbah industri yang tidak membahayakan lingkungan	+1
		Pembuangan limbah industri dengan tidak memperhatikan lingkungan	-2

Tabel 7. Lanjutan

No	Indikator	Klasifikasi	Nilai
8	Pembuangan limbah permukiman	Pengaturan pembuangan limbah permukiman organik/non organik dengan proses daur ulang	+2
		Pembuangan limbah permukiman di sungai dengan proses daur ulang	-1
		Pembuangan limbah permukiman di sungai tanpa proses daur ulang	-2
9	Pembuangan limbah peternakan	Pengaturan pembuangan limbah peternakan dengan proses pengolahan limbah	+2
		Pembuangan limbah peternakan dengan proses pengolahan limbah	-1
		Pembuangan limbah peternakan tanpa proses pengolahan limbah	-2
10	Kesadaran mentaati peraturan yang berlaku	Masyarakat melaksanakan peraturan dan himbauan pemerintah dalam pembuangan dan pengolahan limbah cair	+1
		Masyarakat melanggar peraturan dan himbauan pemerintah dalam pembuangan dan pengolahan limbah cair	-1
11	Pengetahuan dalam pengelolaan limbah	Masyarakat memiliki pengetahuan tentang pengelolaan limbah	+1
		Masyarakat tidak memiliki pengetahuan tentang pengelolaan limbah	-1
12	Perizinan pembuangan air limbah ke sumber air	Pemberian izin berdasarkan penetapan daya tampung beban pencemaran air	+2
		Pemberian izin tidak berdasarkan penetapan daya tampung beban pencemaran air	-2
		Tanpa izin resmi dari Pemerintah setempat	-3
13	Penetapan kebijakan pengendalian pencemaran air	Pemerintah Kabupaten Karanganyar memiliki kebijakan/peraturan pengendalian pencemaran air	+2
		Pemerintah Kabupaten Karanganyar tidak memiliki kebijakan/peraturan pengendalian pencemaran air	-2

Tabel 7. Lanjutan

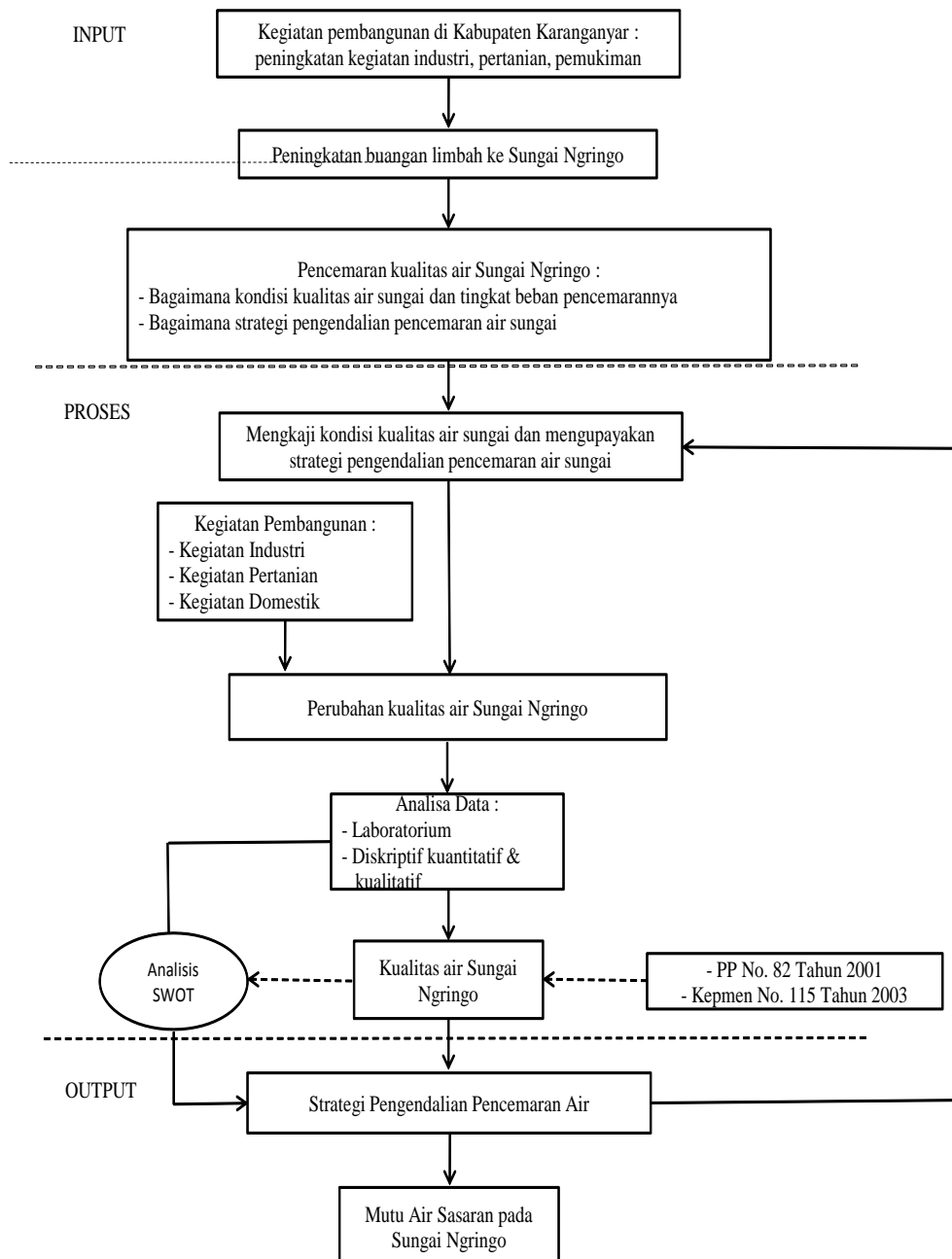
No	Indikator	Klasifikasi	Nilai
14	Pembinaan dan pengawasan	Pemerintah Kabupaten Karanganyar melakukan pembinaan/pelatihan dalam pengelolaan air limbah dan melaksanakan pengawasan terhadap penataan penanggungjawab usaha dalam pengendalian pencemaran air	+2
		Pemerintah Kabupaten Karanganyar tidak melakukan pembinaan/pelatihan dalam pengelolaan air limbah dan pengawasan terhadap penataan penanggungjawab usaha dalam pengendalian pencemaran air	-2
15	Penyediaan informasi	Tersedia informasi spasial yang lengkap dan <i>up to date</i> , dimanfaatkan untuk mendukung kebijakan	+2
		Tersedia informasi spasial yang lengkap dan <i>up to date</i> , tidak dimanfaatkan untuk mendukung kebijakan	-1
		Tidak ada informasi dan data spasial	-2
16	Koordinasi antar instansi yang berkepentingan dalam pengendalian pencemaran air	Ada koordinasi, pelaksanaan sesuai peraturan	+2
		Ada koordinasi, pelaksanaan tidak sesuai peraturan	-1
		Tidak ada koordinasi	-2
17	Penerapan konsep partisipasi masyarakat dalam pelaksanaan kegiatan pengendalian pencemaran air	Masyarakat dilibatkan dalam kegiatan perencanaan dan pelaksanaan pengendalian pencemaran air	+2
		Masyarakat tidak dilibatkan dalam kegiatan perencanaan dan pelaksanaan pengendalian pencemaran air	-2

(Tyas, 2007 dalam Purnomo, 2010 & Permen LH No. 01 Tahun 2010)

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Kerangka Pikir



Gambar 2. Alur Pikir Kerangka Penelitian

3.2. Tipe Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif dengan pendekatan kuantitatif dan kualitatif. Penelitian deskriptif dengan pendekatan kuantitatif untuk menggambarkan kondisi kualitas air Sungai Ngringo. Penelitian ini juga didukung dengan data kualitatif untuk memberikan gambaran yang lebih dalam terhadap aktivitas yang menimbulkan pencemaran air di Sungai Ngringo dan menemukan Strategi Pengendalian Pencemaran Air di Sungai Ngringo Kabupaten Karanganyar.

Metode penelitian yang digunakan adalah studi kasus, yaitu metode dimana segala aspek harus diamati sepenuhnya, sedangkan hasil analisa datanya hanya berlaku untuk tempat dan jangka waktu tertentu.

3.3. Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup dalam penelitian ini meliputi ruang lingkup materi dan ruang lingkup wilayah :

2.3.1. Ruang Lingkup Materi

Ruang lingkup materi dalam melakukan kajian kualitas air di Sungai Ngringo Kabupaten Karanganyar dibatasi pada hal-hal sebagai berikut:

1. Fenomena kondisi kualitas perairan Sungai Ngringo di Kabupaten Karanganyar akibat terjadinya peningkatan buangan limbah cair.
2. Fenomena tingkat beban pencemaran Sungai Ngringo dibatasi hanya dipengaruhi oleh adanya kegiatan kegiatan industri
3. Upaya pengendalian pencemaran air Sungai Ngringo Kabupaten Karanganyar.

2.3.2. Ruang Lingkup Wilayah

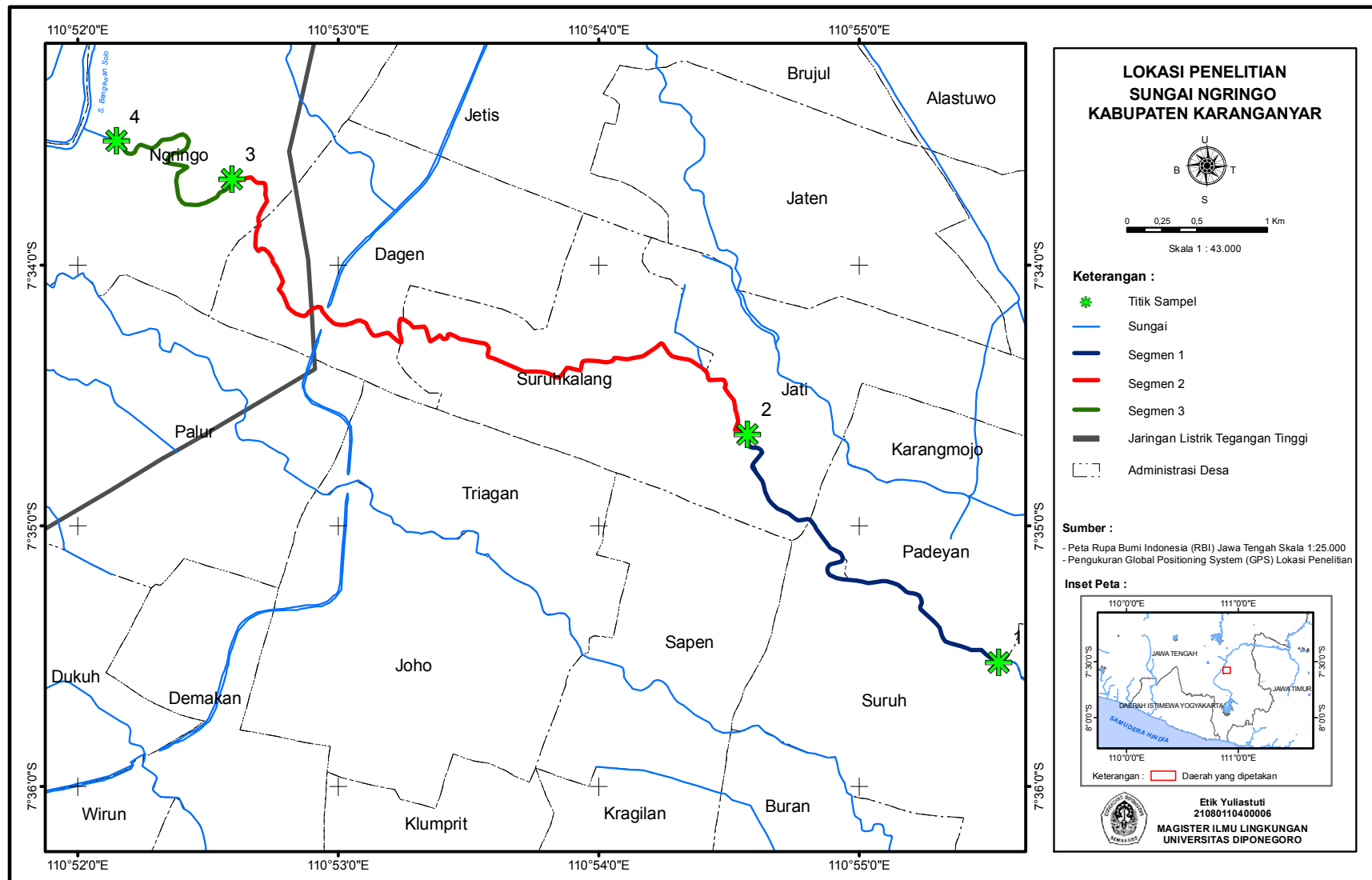
Ruang Lingkup wilayah yang diambil dalam penelitian ini adalah Sungai Ngringo di Kabupaten Karanganyar.

3.4. Lokasi Penelitian

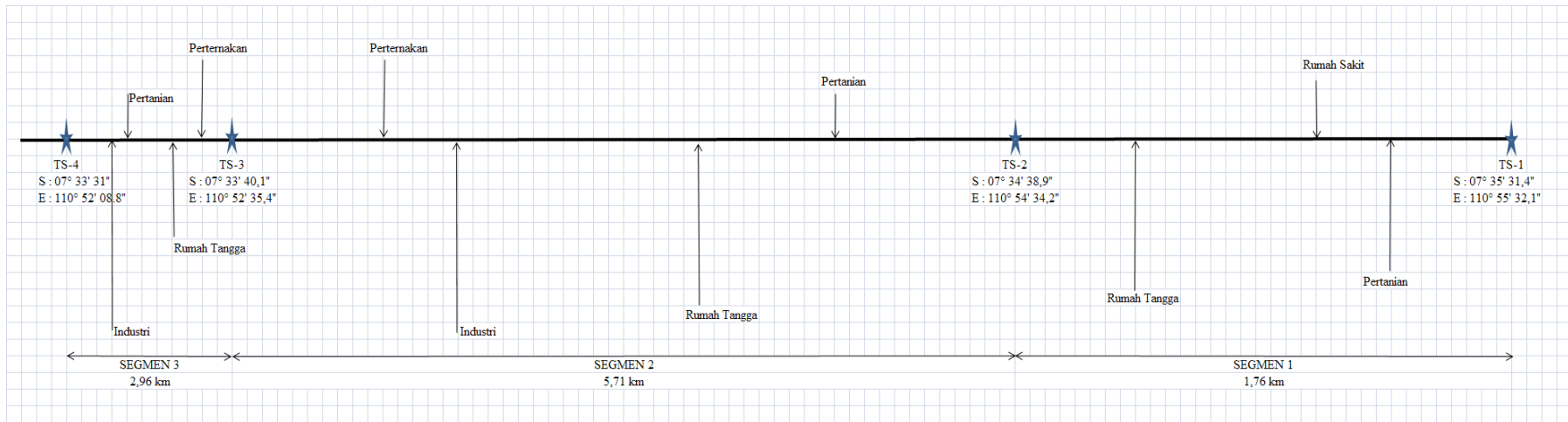
Penelitian ini dilakukan di Sungai Ngringo Kabupaten Karanganyar sepanjang 10,43 km yang merupakan anak Sungai Bengawan Solo. Sungai Ngringo merupakan sungai yang digunakan sebagai tempat pembuangan limbah cair oleh adanya aktifitas kegiatan pembangunan di wilayah sekitarnya. Pengambilan sampel air dilakukan pada 4 (empat) titik pengambilan sampel yang meliputi bagian hulu, tengah dan hilir. Lokasi penelitian dan pengambilan sampel air ditunjukkan pada Gambar 3. Lokasi pengambilan sampel air dapat digambarkan sebagai berikut :

1. Titik Pengambilan Sampel 1 (Bagian Hulu Sungai Ngringo), terletak di sebelah selatan perempatan Papahan. Kawasan ini merupakan daerah permukiman dan pertanian. Kualitas air dianggap masih berada pada kondisi alamiahnya belum tercemar oleh adanya kegiatan industri.
2. Titik Pengambilan Sampel 2 (bagian Tengah Sungai Ngringo), terletak di sebelum desa Dagen kecamatan Jaten. Kawasan ini merupakan daerah permukiman, pertanian dan industri. Titik ini merupakan titik pengambilan sampel pada kegiatan pemantauan kualitas air yang dilakukan oleh instansi terkait sehingga dapat dilakukan perbandingan kualitas air dengan tahun-tahun sebelumnya.
3. Titik Pengambilan Sampel 3 (Bagian Tengah Sungai Ngringo), terletak di Tengah Desa Ngringo kecamatan Jaten. Kawasan ini merupakan daerah permukiman dan industri.
4. Titik Pengambilan Sampel 4 (Bagian hilir Sungai Ngringo), terletak di Ujung Desa Ngringo sebelum masuk aliran Sungai Bengawan Solo.

Gambaran diagram titik pengambilan sampel dan penggunaan lahan di wilayah penelitian ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 3. Lokasi penelitian



Gambar 4. Diagram Titik Pengambilan Sampel dan Penggunaan Lahan di Sepanjang Sungai Ngringo

3.5. Fenomena Yang Diamati

Fenomena yang diamati dalam penelitian ini adalah :

1. Kondisi kualitas air (bagian hulu, tengah dan hilir) pada Sungai Ngringo di Kabupaten Karanganyar, akibat limbah yang dibuang ke Sungai Ngringo. Parameter yang di analisis adalah Temperatur, TSS, DO, BOD, COD, pH, $\text{NH}_3\text{-N}$ (*Ammonia*), $\text{PO}_4\text{-P}$ (Phosphate), Kadar Logam Fe dan Cr serta bakteri coliform total berdasarkan PP No. 82 tahun 2001 tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air.
2. Analisis upaya pengendalian pencemaran air Sungai Ngringo di Kabupaten Karanganyar.

3.6. Jenis dan Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari data primer dan data sekunder. Data primer yang berupa pengukuran kondisi fisik, kimia dan biologi perairan Sungai Ngringo diperoleh di lapangan dan sebagian dari analisis di laboratorium. Data sekunder diperoleh dari berbagai sumber seperti hasil penelitian terdahulu, hasil studi pustaka, laporan serta dokumen dari berbagai instansi yang berhubungan dengan topik yang dikaji. Data sekunder berupa :

1. Profil Sungai Ngringo Kabupaten Karanganyar
2. Sumber Pencemar di Daerah Aliran Sungai Ngringo Kabupaten Karanganyar.
3. Jumlah dan jenis industri yang membuang air limbahnya ke Sungai Ngringo
4. Kualitas dan Kuantitas (debit) air limbah yang dikeluarkan masing-masing industri.

3.7. Teknik Pengambilan Data

1. Teknik Pengukuran Debit Air Sungai

Debit sungai adalah volume air yang mengalir melalui suatu penampang melintang sungai per satuan waktu. Metode yang umum diterapkan untuk menetapkan debit sungai adalah metode profil sungai ('cross section'). Pada metode ini debit merupakan hasil perkalian antara luas penampang vertikal sungai (profil sungai) dengan kecepatan aliran air.

Pengukuran debit adalah proses pengukuran dan perhitungan kecepatan, kedalaman dan lebar aliran serta perhitungan luas penampang basah. Luas penampang diukur dengan menggunakan meteran dan piskal (tongkat bamboo atau kayu) dan kecepatan aliran diukur dengan menggunakan 'current meter'. Metode pengukuran debit sungai dilakukan dengan alat pengapung (Rahayu dkk, 2009). Peralatan yang digunakan untuk mengukur debit adalah alat tulis (buku, pensil dan spidol), timer (stopwatch), alat pengapung (bola tennis), meteran, benang atau tali, tongkat bambu atau kayu. Langkah pengukuran debit sungai adalah :

a. Pembuatan profil sungai

Profil sungai atau bentuk geometri saluran air berpengaruh terhadap besarnya kecepatan aliran sungai. Pembuatan profil sungai dilakukan dengan langkah sebagai berikut :

- Ukur lebar sungai (penampang horizontal)
- Bagi lebar sungai menjadi bagian dengan interval jarak yang sama
- Ukur kedalaman air di setiap interval dengan mempergunakan tongkat

b. Pengukuran kecepatan aliran air sungai

Kecepatan aliran merupakan hasil bagi antara jarak lintasan dengan waktu tempuh. Pengukuran kecepatan aliran air dilakukan dengan metode apung yaitu dengan cara mengapungkan suatu benda (bola tennis), pada lintasan tertentu sampai pada suatu titik yang telah diketahui jaraknya. Langkah pengukuran kecepatan aliran air sungai adalah sebagai berikut :

- Tentukan lintasan dengan jarak tertentu
- Buat profil sungai pada titik akhir lintasan
- Catat waktu tempuh benda apung mulai saat dilepaskan sampai dengan garis akhir lintasan

2. Pengambilan Sampel Kualitas Air Sungai

Pengambilan sampel dilakukan berdasarkan metode "*sampling purposif*" yaitu tata cara pengambilan sampel berdasarkan adanya beberapa

pertimbangan yang dilakukan oleh peneliti. Adapun pertimbangan peneliti adalah pertimbangan sumber kegiatan yang diduga memberikan beban pencemaran. Pengambilan sampel di daerah hulu didasarkan pada pertimbangan bahwa di daerah hulu belum ada kegiatan yang memberikan beban pencemaran, sedangkan pengambilan sampel di daerah tengah sungai didasarkan pada banyaknya kegiatan yang diduga memberikan kontribusi pada terjadinya pencemaran di Sungai Ngringo. Untuk pengambilan sampel di daerah hilir selain didasarkan pada adanya kegiatan yang diduga memberikan beban pencemaran juga didasarkan pada pertimbangan bahwa daerah hilir merupakan daerah yang paling rentan karena kegiatan di hulu dan tengah sungai akan membawa dampak di daerah ini.

Pengambilan sampel air di sungai dilakukan sebanyak 1 (satu) kali pada bulan Mei 2011 di tengah sungai pada kedalaman 0,5 (setengah) kali kedalaman dari permukaan sungai dan dilakukan secara *grab sample*. *Grab sample* (sampel sesaat) adalah metode pengambilan sampel dengan cara sampel yang diambil secara langsung dari badan air yang sedang dipantau. Sampel ini hanya menggambarkan karakteristik pada saat pengambilan sampel (Effendi, 2003).

3.8. Teknik Analisis Data

Analisa data adalah proses telaah dan pencarian makna dari data yang diperoleh untuk menemukan jawaban dari masalah penelitian. Analisis data yang dilakukan meliputi analisis kualitas air, analisis beban pencemaran dan identifikasi kualitas air serta analisis strategi pengendalian pencemaran perairan.

a. Analisis Kualitas air

Merupakan analisis untuk mengetahui kualitas air Sungai Ngringo dengan melakukan uji terhadap parameter-parameter pencemaran air yang meliputi parameter fisika [Temperatur, Padatan tersuspensi (Total Suspended Solid/TSS)]; parameter kimia [Oksigen Terlarut (DO), *Biochemical Oxygen Demand* (BOD), *Chemical Oxygen Demand* (COD), pH, $\text{NH}_3\text{-N}$ (*Ammonia*), $\text{PO}_4\text{-P}$ (*Phosphate*), Kadar Logam Fe dan Cr]; dan parameter biologi (Bakteri *Coliform* Total).

Pengukuran kadar/konsentrasi parameter kualitas air sungai menggunakan metode seperti yang ditunjukkan Tabel 8.

Tabel 8. Metode Analisis Parameter Kualitas Air

Parameter	Satuan	Metode Analisis
I. Fisika		
1. Suhu	°C	SNI 6989.57 :2008
2. TSS	mg/l	SNI 06-6989.3-2004
II. Kimia		
1. pH	-	SNI 6989.57 :2008
2. DO	mg/l	SNI 6989.57 :2008
3. Besi	mg/l	SNI 6989.4-2009
4. Krom Total	mg/l	SNI 6989.17-2009
5. NH ₃ -N/Ammonia	mg/l	SNI 06-6989.30-2005
6. PO ₄ -P/Phosphate	mg/l	APHA 2005:4500-P D
7. COD	mg/l	SNI 6989.2-2009
8. BOD	mg/l	2.14/IK-4.1/2008
III. Mikrobiologi		
1. Total coliform	MPN/100 ml	Metode MPN

Hasil uji parameter-parameter tersebut kemudian dibandingkan dengan baku mutu air sesuai Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.

b. Analisis Beban Pencemaran Sungai

Analisis ini dilakukan dengan menghitung debit air sungai dan memperkirakan beban pencemaran yang meliputi beban pencemaran sungai, industri, domestik dan pertanian.

- Perhitungan Debit, dihitung dengan menggunakan rumus :

$$Q = v \times A$$

Keterangan :

Q = debit air (m³/detik)

v = kecepatan arus (m/detik)

A = luas penampang sungai (m²)

- Beban Pencemaran Sungai, dihitung dengan menggunakan rumus :

$$BPS = (Cs)_j \times Qs \times f$$

Keterangan :

BPS = Beban Pencemaran Sungai (kg/hr)

(Cs)_j = kadar terukur sebenarnya unsur pencemar-j (mg/l)

Qs = Debit air sungai (m³/hari)

f = faktor konversi = $\frac{1 \text{ kg}}{1.000.000 \text{ mg}} \times \frac{1000 \text{ liter}}{1 \text{ m}^3} = 0,001$

- Beban Pencemaran Industri, dihitung dengan menggunakan rumus :

$$BPI = (\sum Qw \times Cw) \times f$$

Keterangan :

BPI = Beban Pencemaran Industri (kg/hr)

Cw = Konsentrasi polutan air limbah (mg/l)

Qw = Debit limbah cair (m³/hari)

f = faktor konversi = $\frac{1 \text{ kg}}{1.000.000 \text{ mg}} \times \frac{1000 \text{ lt}}{1 \text{ m}^3}$

c. Identifikasi Kualitas Air Sungai

Identifikasi kualitas perairan Sungai Ngringo dilakukan dengan perhitungan menggunakan metode indek pencemaran, nilai parameter terukur di sungai dibandingkan dengan baku mutu air untuk peruntukan, yaitu baku mutu lingkungan perairan sesuai dengan peraturan pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air. Perhitungan indeks pencemaran menggunakan rumus :

$$IP_j = \sqrt{\frac{(Ci/Lij)^2 M + (Ci/Lij)^2 R}{2}}$$

Keterangan :

- Lij = Konsentrasi parameter kualitas air yang dicantumkan dalam baku mutu peruntukan air (j)
- Ci = Konsentrasi parameter kualitas air hasil survei
- IPj = Indeks Pencemaran bagi peruntukan (j)
- (Ci/Lij)M = Nilai Ci/Lij maksimum
- (Ci/Lij)R = Nilai Ci/Lij rata-rata

Hasil perhitungan indeks pencemaran kemudian dianalisis tingkat ketercemarannya untuk menentukan status mutu air sesuai Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 115 Tahun 2003 tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air.

d. Strategi Pengendalian Pencemaran Air

Strategi pengendalian pencemaran perairan Sungai Ngringo dianalisis dengan melakukan evaluasi terhadap kebijakan pengendalian pencemaran yang telah ada dengan melakukan analisis internal dan eksternal melalui metode analisis *Strengths* (kekuatan), *Weaknesses* (Kelemahan), *Opportunities* (Peluang), dan *Threats* (Ancaman) atau disingkat dengan SWOT.

Diagram SWOT adalah hasil perpaduan antara perbandingan faktor internal (kekuatan dan kelemahan) yang diwakili garis horizontal dengan perbandingan faktor eksternal (peluang dan ancaman) yang diwakili garis vertikal (Gambar 1). Pada diagram tersebut kekuatan dan peluang diberi tanda positif, sedangkan kelemahan dan ancaman diberi tanda negatif. Selisih nilai kekuatan (S) - kelemahan (W) ditempatkan pada sumbu X, dan selisih nilai peluang (O) - ancaman (T) ditempatkan pada sumbu Y. Ordinat pada X,Y akan menempati salah satu sel dari diagram SWOT. Letak nilai S-W dan O-T dalam diagram akan menentukan arah strategi kebijakan yang akan ditempuh seorang pengambil keputusan.

Menurut Rangkuti (2006), strategi yang dihasilkan dari analisis SWOT dapat dikelompokkan menjadi empat kategori. Strategi 1 (SO) adalah situasi yang paling menguntungkan karena mempunyai peluang dan kekuatan (*support an*

aggressive strategy). Strategi 2 (ST) mempunyai kekuatan tetapi menghadapi ancaman yang tidak menguntungkan (*support a diversification strategy*). Strategi 3 (WO) berarti sistem tersebut mempunyai peluang tetapi dihambat oleh adanya kelemahan-kelemahan internal (*support a turn-around oriented strategy*) sedangkan strategi 4 (WT) berarti sistem tersebut menghadapi situasi yang paling tidak menguntungkan yaitu mempunyai ancaman dan kelemahan internal (*support a defensive strategy*). Dari pengelompokan analisis SWOT tersebut, WO merupakan solusi (*problem solving*), karena diperlukan pengurangan kelemahan untuk memanfaatkan peluang yang ada, sedangkan WT yaitu mengurangi kelemahan untuk mencegah dan mengatasi ancaman yang dilaksanakan berupa saran dan rekomendasi ke depan dalam jangka panjang (Tabel 5).

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1. Gambaran Umum Lokasi Penelitian

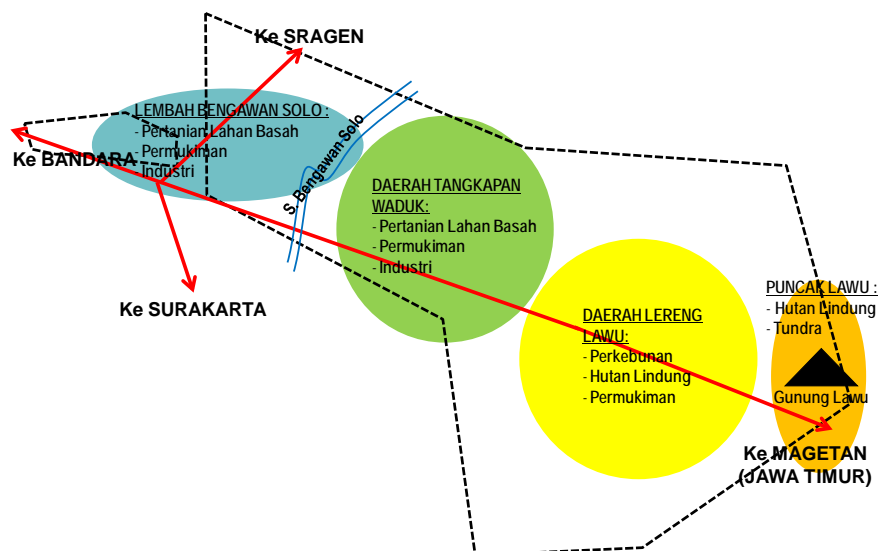
4.1.1. Kabupaten Karanganyar

4.1.1.1. Letak Geografis

Kabupaten Karanganyar merupakan salah satu kabupaten di wilayah Provinsi Jawa Tengah. Secara geografis, Kabupaten Karanganyar terletak pada $110^{\circ} 40''$ - $110^{\circ} 70''$ Bujur Timur dan $7^{\circ} 28''$ - $7^{\circ} 46''$ Lintang Selatan. Batas-batas wilayah Kabupaten Karanganyar secara administratif adalah sebagai berikut:

- Sebelah Utara : Kabupaten Sragen
- Sebelah Selatan : Kabupaten Wonogiri dan Sukoharjo
- Sebelah Barat : Kota Surakarta dan Kabupaten Boyolali
- Sebelah Timur : Kabupaten Magetan dan Kabupaten Ngawi (Provinsi Jawa Timur)

Letak geografis Kabupaten Karanganyar secara skematis ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Skematis Bentang Alam Kabupaten Karanganyar
(RTRW Kabupaten Karanganyar Tahun 2011-2031)

4.1.1.2. Kondisi Topografi

Kondisi topografi Kabupaten Karanganyar bervariasi berupa dataran rendah, perbukitan dan dataran tinggi. Ketinggian wilayah juga bervariasi dengan wilayah terendah berada di Kecamatan Kebakkramat yang hanya 80 m dan wilayah tertinggi berada di Kecamatan Tawangmangu yang mencapai 200 m di atas permukaan laut. Rata-rata ketinggian wilayah Kabupaten Karanganyar adalah 511 m di atas permukaan laut. Topografi Kabupaten Karanganyar dilihat dari permukaan air laut dapat dibagi menjadi 4 (empat), yaitu:

- Ketinggian 0-100 meter, meliputi Kecamatan Jaten dan Kebakkramat, sebesar $\pm 8,11$ % dari luas wilayah.
- Ketinggian 101-500 meter, meliputi Kecamatan Karanganyar, Tasikmadu, Mojogedang, Kerjo, Jumapolo, Colomadu, Jumantono dan Gondangrejo, sebesar $\pm 45,32$ % dari luas wilayah.
- Ketinggian 501-1.000 meter, meliputi Kecamatan Matesih, Karangpandan, Jatiyoso, Jatipuro, sebagian Kecamatan Ngargoyoso, sebagian Kecamatan Tawangmangu dan sebagian Kecamatan Jenawi, sebesar $\pm 36,59$ % dari luas wilayah.
- Ketinggian di atas 1.000 meter, meliputi sebagian Kecamatan Tawangmangu, sebagian Kecamatan Ngargoyoso dan sebagian Kecamatan Jenawi, sebesar $\pm 9,98$ % dari luas wilayah (RTRW Kabupaten Karanganyar Tahun 2011-2031).

4.1.1.3. Kondisi Geologi

Berdasarkan kondisi fisiografi Jawa Tengah, wilayah Kabupaten Karanganyar termasuk dalam zona Solo yang terletak antara Pegunungan Kendeng yang berupa antiklinorium yang berarah Barat-Timur dengan Pegunungan Selatan, yang membentuk suatu depresi dengan rangkaian gunung api kuarter. Zona Solo terbagi menjadi 3 (tiga) sub zona yang bersifat parallel, yaitu sub zona Ngawi, Solo Sensus Stricto dan Blitar. Bagian Timur berada pada jalur gunung api kuarter. Oleh karena itu bentuk bentang alamnya berupa pegunungan, perbukitan dan dataran (RTRW Kabupaten Karanganyar 2011-2031).

Kondisi geologi Kabupaten Karanganyar terdiri atas batuan hasil gunung api kwarter muda, pleistosen fasies sedimen, pleistosen fasies gunung api dan hasil gunung api kwarter tua (tersusun dari breksi gunung api, lava dan tuf), berupa endapan lahar yang berasal dari Gunung Lawu. Lava dan kepingan batuan pada breksi pada umumnya bersusunan andesit.

Kondisi jenis tanah di Kabupaten Karanganyar selengkapnya ditunjukkan pada Tabel 9 di bawah ini :

Tabel 9. Jenis Tanah menurut Kecamatan di Kabupaten Karanganyar Tahun 2009

No	Kecamatan	Jenis Tanah
1	Jatipuro	Litosol Coklat Kemerahan
2	Jatiyoso	Litosol Coklat Kemerahan, Kompleks Andosol Coklat, Andosol Coklat Kekuningan dan Litosol
3	Jumapolo	Litosol Coklat Kemerahan
4	Jumantono	Litosol Coklat Kemerahan
5	Matesih	Mediteran Coklat Kemerahan
6	Tawangmangu	Kompleks Andosol Coklat, Andosol Coklat Kekuningan dan Litosol
7	Ngargoyoso	Kompleks Andosol Coklat, Andosol Coklat Kekuningan dan Litosol
8	Karangpandan	Mediteran Coklat Kemerahan
9	Karanganyar	Mediteran Coklat
10	Tasikmadu	Mediteran Coklat
11	Jaten	Aluvial Kelabu, Grumosol Kelabu
12	Colomadu	Regosol Kelabu
13	Gondangrejo	Asosiasi Gromosol Kelabu Tua dan Mediteran Coklat Kemerahan
14	Kebakkramat	Aluvial Kelabu, Asosiasi Aluvial Kelabu dan Aluvial Coklat Kekelabuan, Mediteran Coklat, Asosiasi Grumosol Kelabu Tua dan Mediteran Coklat Kemerahan
15	Mojogedang	Litosol Coklat, Mediteran Coklat
16	Kerjo	Litosol Coklat
17	Jenawi	Litosol Coklat, Mediteran Coklat Kemerahan, Kompleks Andosol Coklat, Andosol Coklat Kekuningan dan Litosol

Sumber : Karanganyar Dalam Angka, 2010

4.1.1.4. Kondisi Hidrologi

Sumber daya air yang dapat diidentifikasi di Kabupaten Karanganyar meliputi curah hujan, air permukaan dan air tanah.

a. Curah Hujan

Kondisi curah hujan di Kabupaten Karanganyar diambil berdasarkan data beberapa stasiun pencatatan curah hujan di Kabupaten Karanganyar, yaitu : Kecamatan Colomadu, Kecamatan Tasikmadu, Kecamatan Mojogedang, Kecamatan Jumapolo, Kecamatan Karangpandan dan Kecamatan Tawangmangu. Curah hujan di Kabupaten Karanganyar pada tahun 2009 tercatat rata-rata berkisar antara 2.800 mm/tahun dan hari hujan rata-rata 99 hari/pertahun. Rincian curah hujan di Kabupaten Karanganyar dapat dilihat pada Tabel 10 di bawah.

Tabel 10. Banyaknya Hari Hujan (HR) dan Curah Hujan (MM) menurut Bulan dan Tempat Pengukuran di Kabupaten Karanganyar Tahun 2009

No	Bulan	Colomadu		Tasikmadu		Mojogedang		Jumapolo		Karangpandan		Tawangmangu		Rata-rata	
		HR	MM	HR	MM	HR	MM	HR	MM	HR	MM	HR	MM	HR	MM
1	Januari	14	814	18	467	20	487	21	525	22	531	25	579	20	567
2	Pebruari	9	281	8	278	14	309	11	361	12	318	14	386	11	322
3	Maret	11	217	8	269	12	967	15	309	14	275	27	351	15	398
4	April	10	133	9	150	12	607	9	138	12	252	10	163	10	241
5	Mei	6	128	8	139	12	394	9	129	12	349	16	235	11	229
6	Juni	5	70	4	58	7	240	4	111	8	129	5	62	6	112
7	Juli	1	95	4	164	-	-	3	132	-	-	-	-	3	130
8	Agustus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	September	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	Oktober	-	-	4	219	-	-	-	-	2	60	6	169	4	149
11	Nopember	-	-	9	363	-	-	15	493	2	55	11	616	9	382
12	Desember	-	-	9	277	-	-	15	409	9	125	-	-	11	270
Jumlah Tahun 2009		56	1738	81	2384	77	3004	102	2607	93	2094	114	2561	99	2800
Jumlah Tahun 2008		81	2125	82	2167	85	2731	87	2024	86	2458	121	2850	95	2453
Jumlah Tahun 2007		71	1682	57	1629	82	2190	73	2172	85	2297	110	2719	106	2231
Jumlah Tahun 2006		57	1674	65	1157	84	1920	82	1940	84	2148	87	2058	78	1817
Jumlah Tahun 2005		71	6133	78	1537	90	1745	95	2480	92	2818	135	3299	99	6017
Jumlah Tahun 2004		71	1746	71	1413	88	2232	84	2174	120	2743	146	3450	97	2293

Sumber : Karanganyar Dalam Angka 2010

b. Air Permukaan

Air permukaan merupakan air yang mengalir melalui saluran dan sungai-sungai. Sungai yang ada di Kabupaten Karanganyar sebanyak 42 buah, yang dikelompokkan kedalam enam Sub DAS, yaitu Sub DAS Kedung, Sub DAS Jlantah-Walikan, Sub DAS Samin, Sub DAS Pepe, Sub DAS Mungkung dan Sub DAS Kenatan. Sungai tersebut, antara lain sungai Gembong, Samin, Siwaluh, Ranjing, Ngobaran, Kedunggenting dan Kedungsulur yang berasal dari Gunung Lawu.

c. Air Tanah

Air tanah yang terdapat di Kabupaten Karanganyar meliputi air tanah dangkal dan air tanah dalam. Air tanah dangkal banyak dijumpai di daerah dataran (bagian barat) dan daerah perbukitan (bagian timur). Kedudukan muka air semakin ke arah timur semakin dalam. Sedangkan kondisi air tanah dalam, diketahui bahwa akuifer berada pada kedalaman 20 m sampai lebih dari 150 m, yang terdapat pada akuifer tufa pasiran, pasir tufaan, pasir kerakal dan lempung pasiran yang bersifat kerakal.

4.1.1.5. Kondisi Sumber Daya Alam

a. Kehutanan

Secara administratif kawasan hutan di Kabupaten Karanganyar termasuk dalam Kesatuan Pemangku Hutan (KPH) Surakarta. Bagian Kesatuan Pemangku Hutan (BKPH) Lawu Utara dan Selatan. Rekapitulasi fungsi hutan pada masing-masing bagian hutan di Kabupaten Karanganyar selengkapnya ditunjukkan pada Tabel 11.

Tabel 11. Rekapitulasi Fungsi Kawasan Per Bagian Hutan di Kabupaten Karanganyar

No	Bagian Hutan / RPH	Luas Fungsi (Ha)					
		HL	HPT	HP	CA/HW/TWA	TN	Jumlah
I.	LAWU SELATAN						
	1. Kuryo	1533.70	-	-	-	-	1533.70
	2. Plalar	3.23	-	-	-	-	3.23
	Jumlah BH Lawu Selatan	1536.93	-	-	-	-	1536.93
II.	LAWU UTARA						
	1. Nglerak	1848.71	-	-	-	-	1848.71
	2. Tambak	1972.15	-	-	-	-	1972.15
	3. Blumbang	613.55	-	-	62.50		676.05
	4. Tlogodringo	799.62	-	-	-	-	799.62
	5. Banjarsari	595.28	-	-	-	-	595.28
	6. Gunungbromo	-	-	208.30	-	-	208.30
	Jumlah BH Lawu Utara	5829.31	-	208.30	62.50	-	6100.11
III.	WONOGIRI						
	1. Pulosari	-	-	49.80	-	-	49.80
	Jumlah BH wonogiri	-	-	49.80	-	-	49.80
	Jml. Kab. Karanganyar	7366.24	-	258.10	62.50	-	7686.84
	Alur	-	-	0.90	-	-	0.90
		7366.24	-	259.00	62.50	0.00	7686.84

Sumber : RTRW Kabupaten Karanganyar Tahun 2011-2031

Berdasarkan pembagian kawasan hutan, hutan di Kabupaten Karanganyar terbagi dalam 4 (empat) kriteria kawasan hutan, yaitu hutan lindung, hutan produksi, hutan rakyat dan hutan wisata/taman wisata alam (kawasan pelestarian alam). Luas hutan di Kabupaten Karanganyar secara keseluruhan 19.985,25 Ha dengan perincian hutan lindung sebesar 7.134,93 Ha, hutan produksi 258,10 Ha, hutan rakyat 12.298,15 Ha dan hutan wisata/taman wisata alam (kawasan pelestarian alam) seluas 293,80 Ha (RTRW Kabupaten Karanganyar 2011-2031).

b. Pertambangan

Potensi sumberdaya mineral yang terdapat di Kabupaten Karanganyar berupa bahan galian golongan C seperti Andesit, Andesit Lepas (boulder), Batu Gamping, Kaolin, Pasir Batu Gunung, Pasir Batu Kali, Tanah Liat dan Tras. Jenis, lokasi dan luasan potensi pertambangan bahan galian golongan C di Kabupaten Karanganyar selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 12 di bawah ini :

Tabel 12. Jenis, Lokasi dan Luasan Potensi Pertambangan Bahan Galian Golongan C di Kabupaten Karanganyar

No	Kecamatan	Potensi Pertambangan (Ha)							
		Andesit	Andesit Lepas (boulder)	Batu Gamping	Kaolin Lensa	Pasir Batu Gunung	Pasir Batu Kali (m ²)	Tanah Liat	Tras
1	Jatipuro		665.00				125850	193.75	
2	Jatiyoso		87.50			3936.25	128150	775.50	12.50
3	Jumapolo		1250.00		125.00		122075	825.00	
4	Jumantono		882.50				117075	1445.00	
5	Matesih		162.50		150.00		55900	612.50	21.25
6	Tawangmangu	681.25	562.50	81.25		2625.00	52025		90.00
7	Ngargoyoso	700.00	1362.50		31.25	1575.00	44325		
8	Karangpandan		87.50			50.00	71550	631.25	17.50
9	Karanganyar						71000	1487.50	
10	Tasikmadu						16075	1318.75	
11	Jaten							881.25	
12	Colomadu							8741.50	
13	Gondangrejo							2870.00	
14	Kebakkramat							1731.25	
15	Mojogedang						89375	1305.00	
16	Kerjo		31.50				119275		
17	Jenawi	556.25	12.50	25.00	217.50	1837.50	20275	650.00	30.00
Jumlah		1937.50	5104.00	106.25	523.75	10023.75	1032950	23468.25	171.25

Sumber : Pemetaan Geologi Potensi Pertambangan Kabupaten Karanganyar, 2005

4.1.1.6. Penggunaan Lahan

Luas wilayah Kabupaten Karanganyar adalah 77.378,64 Ha, yang secara administratif terbagi atas 17 kecamatan dan terdiri dari 177 desa/kelurahan (15 kelurahan).

Secara garis besar wilayah Kabupaten Karanganyar dibagi menjadi dua kawasan, yaitu kawasan lindung dan kawasan budidaya. Rencana pengelolaan kawasan lindung dan budidaya dimaksudkan untuk mengatur penggunaan ruang bagi berbagai kegiatan sesuai fungsi yang telah ditetapkan dalam setiap kawasan, sehingga mendapatkan hasil guna yang lebih tinggi tanpa mengabaikan kelestarian lingkungan. Penggunaan lahan di Kabupaten Karanganyar ditunjukkan pada Tabel 13, 14 dan 15.

Tabel 13. Penggunaan Lahan Tahun 2009 di Kabupaten Karanganyar

No	Kecamatan	Luas Wilayah (Ha)	Tanah Sawah (Ha)	Tanah Kering (Ha)
1	Jatipuro	4,036.50	1,510.16	2,525.34
2	Jatiyoso	6,716.49	1,319.05	5,397.44
3	Jumapolo	5,567.02	1,740.81	3,826.21
4	Jumantono	5,355.44	1,603.87	3,751.57
5	Matesih	2,626.63	1,272.02	1,354.61
6	Tawangmangu	7,003.16	711.36	6,291.80
7	Ngargoyoso	6,533.94	690.30	5,843.64
8	Karangpandan	3,411.08	1,491.70	1,919.38
9	Karanganyar	4,302.64	1,788.94	2,513.70
10	Tasikmadu	2,759.73	1,677.95	1,081.78
11	Jaten	2,554.81	1,266.28	1,288.53
12	Colomadu	1,564.17	528.64	1,035.53
13	Gondangrejo	5,679.95	1,074.54	4,605.41
14	Kebakkramat	3,645.63	2,102.83	1,542.80
15	Mojogedang	5,330.90	2,018.82	3,312.08
16	Kerjo	4,682.27	1,129.24	3,553.03
17	Jenawi	5,608.28	538.60	5,069.68
	Jumlah Tahun 2009	77,378.64	22,465.11	54,912.53
	Jumlah Tahun 2008	77,378.64	22,474.91	54,902.73
	Jumlah Tahun 2007	77,378.64	22,478.56	54,899.08
	Jumlah Tahun 2006	77,378.64	22,831.34	54,547.30
	Jumlah Tahun 2005	77,378.64	22,844.26	54,534.38
	Jumlah Tahun 2004	77,378.64	22,856.33	54,522.31

Sumber : Karanganyar Dalam Angka 2010

Tabel 14. Penggunaan Lahan Tanah Sawah Berdasar Jenis Irigasi Tahun 2009 di Kabupaten Karanganyar

No	Kecamatan	Tanah Sawah		
		Irigasi Teknis (Ha)	Irigasi Non Teknis (Ha)	Tidak Berpengairan (Ha)
1	Jatipuro	-	1,510.16	-
2	Jatiyoso	1,183.34	135.71	-
3	Jumapolo	62.05	1,356.89	321.87
4	Jumantono	623.87	829.40	150.60
5	Matesih	942.46	317.30	12.26
6	Tawangmangu	140.34	571.02	-
7	Ngargoyoso	217.00	473.30	-
8	Karangpandan	711.90	594.80	185.00
9	Karanganyar	1,720.44	13.10	55.40
10	Tasikmadu	1,439.67	234.28	4.00
11	Jaten	1,266.28	-	-
12	Colomadu	528.64	-	-
13	Gondangrejo	-	-	1,074.54
14	Kebakkramat	1,671.20	343.10	88.53
15	Mojogedang	1,565.35	390.06	63.41
16	Kerjo	758.60	370.64	-
17	Jenawi	91.60	447.00	-
	Jumlah Tahun 2009	12,922.74	7,586.76	1,955.61
	Jumlah Tahun 2008	12,929.62	7,587.62	1,957.67
	Jumlah Tahun 2007	12,931.28	7,588.28	1,959.00
	Jumlah Tahun 2006	*	*	*
	Jumlah Tahun 2005	*	*	*
	Jumlah Tahun 2004	*	*	*

*) : Judul kolom berbeda dengan tahun 2007

Sumber : Karanganyar Dalam Angka 2010

Tabel 15. Penggunaan Lahan Tanah Kering Tahun 2009 di Kabupaten Karanganyar

No	Kecamatan	Tanah Kering							
		Pekarangan/ Bangunan (Ha)	Tegalan/ Kebun (Ha)	Padang Gembala (Ha)	Tambak/ Kolam (Ha)	Rawa (Ha)	Hutan Negara (Ha)	Perkebunan (Ha)	Lain-lain (Ha)
1	Jatipuro	1,381.39	973.85	60.00	1.00	-	49.51	-	59.59
2	Jatiyoso	1,245.22	2,906.71	-	-	-	1,025.00	-	220.51
3	Jumapolo	2,123.23	1,589.70	-	0.97	-	-	-	112.31
4	Jumantono	1,712.07	1,875.78	33.20	0.10	-	-	-	130.42
5	Matesih	899.29	218.35	-	0.70	-	91.00	-	145.27
6	Tawangmangu	630.56	1,317.49	4.00	-	-	4,187.34	38.14	114.27
7	Ngargoyoso	841.82	1,266.79	16.79	0.50	-	2,775.98	784.68	157.08
8	Karangpandan	1,218.41	536.84	6.43	1.10	-	-	40.61	116.99
9	Karanganyar	1,504.90	564.05	-	-	-	-	122.00	322.75
10	Tasikmadu	669.81	74.53	-	4.54	-	-	0.64	332.26
11	Jaten	1,080.58	41.08	4.19	-	-	-	-	162.68
12	Colomadu	900.53	58.34	-	2.70	-	-	4.60	69.36
13	Gondangrejo	1,767.21	2,665.86	37.39	-	-	-	-	134.95
14	Kebakkramat	1,197.08	224.73	1.90	2.67	-	-	-	116.42
15	Mojogedang	2,059.39	844.13	23.50	9.93	-	-	254.32	120.81
16	Kerjo	1,215.87	702.48	21.52	1.17	-	-	1,395.30	216.69
17	Jenawi	750.53	1,987.77	10.75	0.16	-	1,600.67	611.22	108.78
	Jumlah Tahun 2009	21,197.69	17,848.48	219.67	25.53	0.00	9,729.50	3,251.51	2,641.14
	Jumlah Tahun 2008	21,171.97	17,863.40	219.67	25.53	-	9,729.50	3,251.51	2,641.14
	Jumlah Tahun 2007	21,140.00	17,891.72	219.67	25.53	-	9,729.50	3,251.51	2,641.14
	Jumlah Tahun 2006	20,761.00	17,918.64	219.67	25.53	-	9,729.50	3,251.51	2,638.71
	Jumlah Tahun 2005	20,732.44	17,937.02	219.67	25.53	-	9,729.50	3,251.51	2,638.71
	Jumlah Tahun 2004	20,704.95	17,952.44	219.67	25.53	-	9,729.50	3,251.51	2,647.91

Sumber : Karanganyar Dalam Angka 2010

Dari Tabel 13 dan 14 di atas menunjukkan bahwa penggunaan lahan di Kabupaten Karanganyar secara umum dibagi menjadi tanah sawah dan tanah kering. Tahun 2009 luas tanah sawah sebesar 22.465,11 Ha (29,03%) dan luas tanah kering 54.912,53 Ha (70,97%). Penggunaan lahan untuk tanah sawah terbagi menjadi tanah sawah berpengairan teknis 12.922,74 Ha (57,52%), tanah sawah berpengairan non teknis 7.586,76 Ha (33,77%) dan tanah sawah tidak berpengairan 1.955,61 Ha (8,71%). Penggunaan lahan untuk tanah sawah dari tahun ke tahun terus mengalami penyusutan. Jika dibandingkan dengan tahun 2008 penggunaan lahan untuk tanah sawah mengalami penyusutan sekitar 9,8 Ha. Sedangkan untuk tanah kering mengalami peningkatan sebesar 9,8 Ha, namun berdasarkan Tabel 15 penggunaan tanah kering untuk tegalan/kebun mengalami penurunan sebesar 14,92 Ha dan peningkatan penggunaan untuk pekarangan/ bangunan sebesar 25,72 Ha.

4.1.2. Kecamatan Jaten

4.1.2.1. Letak Geografis

Kecamatan Jaten merupakan salah satu kecamatan dari 17 kecamatan yang ada di Kabupaten Karanganyar. Ketinggian rata-rata Kecamatan Jaten 108 m di atas permukaan laut. Letak astronomis Kecamatan Jaten adalah antara 7°31'17" LS - 7°36'48" LS dan 110°51'31" BT - 110°55'50" BT. Batas-batas wilayah Kecamatan Jaten adalah sebagai berikut:

- Sebelah Utara : Kecamatan Kebakkramat
- Sebelah Selatan : Kabupaten Sukoharjo
- Sebelah Barat : Kota Surakarta
- Sebelah Timur : Kecamatan Tasikmadu dan Kecamatan Karanganyar

4.1.2.2. Penggunaan Lahan

Luas wilayah Kecamatan Jaten adalah 2.554,81 Ha, yang terdiri dari 8 desa, 46 dusun, 105 dukuh, 102 RW dan 540 RT.

Penggunaan lahan di wilayah Kecamatan Jaten secara umum terbagi menjadi tanah sawah dan tanah kering seperti ditunjukkan pada Tabel 16.

Tabel 16. Penggunaan Lahan Tahun 2009 di Kecamatan Jaten

No	Desa	Tanah Sawah (Ha)	Tanah Kering (Ha)	Luas Wilayah (Jumlah) (Ha)
1	Suruhkalang	204.07	98.51	302.58
2	Jati	177.70	87.77	265.47
3	Jaten	111.20	166.17	277.37
4	Dagen	125.66	157.84	283.50
5	Ngringo	60.72	359.55	420.27
6	Jetis	127.77	134.84	262.61
7	Sroyo	279.15	180.63	459.78
8	Brujul	191.32	91.91	283.23
	Jumlah	1,277.59	1,277.22	2,554.81

Sumber : Kecamatan Jaten Dalam Angka 2010

Tabel 17. Penggunaan Lahan Tanah Sawah Tahun 2009 di Kecamatan Jaten

No	Desa	Irigasi Teknis (Ha)	Irigasi 1/2 teknis (Ha)	Sederhana (Ha)	Tadah Hujan (Ha)	Jumlah (Ha)
1	Suruhkalang	204.07	-	-	-	204.07
2	Jati	177.70	-	-	-	177.70
3	Jaten	111.20	-	-	-	111.20
4	Dagen	125.66	-	-	-	125.66
5	Ngringo	60.72	-	-	-	60.72
6	Jetis	127.77	-	-	-	127.77
7	Sroyo	279.15	-	-	-	279.15
8	Brujul	191.32	-	-	-	191.32
						0.00
	Jumlah	1,277.59	0.00	0.00	0.00	1,277.59

Sumber : Kecamatan Jaten Dalam Angka 2010

Tabel 18. Penggunaan Lahan Tanah Kering Tahun 2009 di Kecamatan Jaten

No	Desa	Bangunan/ Pekarangan (Ha)	Ladang/ Tegalan (Ha)	Padang Gembala (Ha)	Lainnya (Ha)	Jumlah (Ha)
1	Suruhkalang	68.31	2.49	0.00	27.71	98.51
2	Jati	69.53	0.00	0.69	17.56	87.77
3	Jaten	146.77	0.00	0.00	19.40	166.17
4	Dagen	139.39	0.00	0.00	27.45	157.84
5	Ngringo	318.76	6.38	0.00	34.41	359.55
6	Jetis	117.10	1.31	0.96	15.48	134.84
7	Sroyo	145.19	3.42	4.48	27.54	180.63
8	Brujul	76.68	3.52	0.00	11.71	91.91
	Jumlah	1,072.73	17.12	6.12	181.25	1,277.22

Sumber : Kecamatan Jaten Dalam Angka 2010

Dari Tabel 16, 17 dan 18 di atas menunjukkan bahwa penggunaan lahan di wilayah Kecamatan Jaten terbagi atas tanah sawah seluas 1.277,59 Ha (50,01%) dan tanah kering sebesar 1.277,22 Ha (49,99%). Penggunaan lahan tanah sawah seluruhnya merupakan sawah berpengairan teknis. Sedangkan penggunaan lahan tanah kering yang terbesar adalah untuk pekarangan/bangunan sebesar 1.072,73 Ha (83,995%) dan sisanya untuk ladang/tegalan, padang gembala dan lainnya.

4.1.2.3. Kependudukan dan Perumahan

Jumlah penduduk Kecamatan Jaten berdasarkan registrasi tahun 2009 sebanyak 70.993 jiwa, yang terdiri dari laki-laki 35.219 jiwa dan perempuan 35.774 jiwa serta menduduki urutan kedua terbanyak di Kabupaten Karanganyar. Kepadatan penduduk Kecamatan Jaten adalah 2.779 jiwa/km². Dibandingkan data jumlah penduduk tahun 2008 sebanyak 70.770 jiwa, terdapat pertambahan penduduk sebanyak 223 jiwa atau mengalami pertumbuhan sebesar 0,32%.

Banyaknya jumlah penduduk menurut jenis kelamin dan rumah tangga di Kecamatan Jaten tahun 2009 tersaji pada Tabel 19.

Tabel 19. Banyaknya Jumlah Penduduk Menurut Jenis Kelamin dan Rumah Tangga Di Kecamatan Jaten Tahun 2009

No	Desa	Penduduk			Rumah Tangga
		Laki-laki	Perempuan	Jumlah	
1	Suruhkalang	2327	2324	4651	1448
2	Jati	3051	3127	6178	1935
3	Jaten	6723	6882	13605	3883
4	Dagen	2435	2475	4910	1525
5	Ngringo	11567	11858	23425	6586
6	Jetis	2545	2444	4989	1634
7	Sroyo	4035	4116	8151	2533
8	Brujul	2536	2548	5084	1651
	Jumlah Tahun 2009	35219	35774	70993	21195
	Jumlah Tahun 2008	35105	36665	70770	20152
	Jumlah Tahun 2007	34129	35072	69201	19756

Sumber : Kecamatan Jaten Dalam Angka 2010

Dari Tabel 19 di atas terlihat bahwa desa dengan jumlah penduduk terbanyak adalah Desa Ngringo yaitu 23.425 jiwa (33%) dan jumlah rumah tangga mencapai 6.586 buah. Kepadatan penduduk Desa Ngringo merupakan yang tertinggi di Kecamatan Jaten yaitu mencapai 5.577 jiwa/km².

Pertumbuhan jumlah penduduk selalu diikuti oleh meningkatnya kebutuhan akan rumah/perumahan sebagai salah satu kebutuhan pokok manusia. Jumlah dan jenis perumahan yang terdapat di Kecamatan Jaten pada tahun 2009 dapat dilihat pada Tabel 20.

Tabel 20. Banyaknya Rumah Penduduk di Kecamatan Jaten Tahun 2009

No	Desa	Permanen	Semi Permanen	Non Permanen	Jumlah
1	Suruhkalang	1353	12	4	1369
2	Jati	1664	28	-	1692
3	Jaten	3840	24	3	3867
4	Dagen	1229	2	-	1231
5	Ngringo	6301	86	3	6390
6	Jetis	1354	12	-	1366
7	Sroyo	2081	22	-	2103
8	Brujul	1470	14	-	1484
Jumlah Tahun 2009		19292	200	10	19502

Sumber : Kecamatan Jaten Dalam Angka 2010

Jumlah penduduk dan jenis perumahan berpengaruh terhadap potensi kerusakan dan pencemaran lingkungan antara lain pada jumlah penggunaan air, potensi limbah yang dihasilkan, termasuk kelestarian sumber daya lahan. Daerah yang memiliki jumlah penduduk tinggi berpotensi mengalami kerusakan lingkungan lebih tinggi dibanding daerah yang berpenduduk rendah. Hal ini disebabkan oleh intensitas pemanfaatan lahan dan air. Tipe perumahan berpengaruh terhadap jumlah beban limbah domestik. Rumah yang memiliki jamban dan septik tank akan mengurangi volume limbah, karena sebagian air terserap ke dalam tanah dan sebagian kotoran berubah melalui penguraian anaerobik. Kawasan permukiman yang memiliki saluran pembuangan limbah, untuk diolah lebih lanjut atau dibuang juga berpengaruh terhadap tingkat pencemaran lingkungan.

Kepadatan dan jumlah penduduk Kecamatan Jaten tergolong besar terutama di daerah-daerah yang termasuk kawasan industri seperti desa Ngringo, Jaten, Sroyo dan Dagen. Kegiatan rumah tangga menghasilkan limbah domestik yang dapat berupa buangan air rumah tangga, padatan berupa sampah, air cucian

kamar mandi maupun buangan tinja yang berpotensi menimbulkan pencemaran lingkungan. Jenis pencemar yang terdapat pada limbah domestik yang belum diolah antara lain padatan tersuspensi (TSS), BOD, COD, N, P dan bakteri *coliform* total.

4.1.2.4. Pertanian

Kecamatan Jaten sebagian tanahnya merupakan lahan tanah sawah (tanah pertanian) dengan pengairan teknis, memiliki potensi cukup baik bagi pengembangan tanaman padi sawah. Produksi padi sawah selama tahun 2009 sebanyak 28.463,39 ton dari luas panen sebesar 3.625,77 Ha (Kecamatan Jaten Dalam Angka 2010). Hal ini mengalami peningkatan dari tahun 2008 yang hanya sebanyak 15.259 ton dengan luas panen 2.473 Ha.

Kegiatan pertanian di Kecamatan Jaten meliputi pengolahan tanah, penanaman, pemeliharaan (pemupukan dan pemberian pestisida) dan pemanenan. Dari berbagai kegiatan tersebut dapat menghasilkan limbah antara lain berupa limbah organik yang berasal dari sisa tumbuhan dan sisa pupuk kandang, sisa pupuk kimia yang tidak seluruhnya terserap oleh tanaman, serta sisa pestisida. Jenis pencemar utama yang dihasilkan dari kegiatan pertanian/agrikultur adalah sedimen, nitrogen, fosfor, pestisida, BOD dan logam berat. Limbah-limbah tersebut sebagian ada yang mengalir ke sungai sehingga menyebabkan pencemaran perairan sungai atau terjadinya penurunan kualitas air sungai.

4.1.2.5. Peternakan

Usaha peternakan yang terdapat di Kecamatan Jaten pada tahun 2009 adalah kuda 11 ekor, sapi perah 30 ekor, sapi biasa 1.629 ekor, kerbau 3 ekor, kambing/domba 1.568 ekor. Babi 20.991 ekor, ayam ras 176.800 ekor, ayam buras 33.967 ekor dan itik 4.197 ekor (Kecamatan Jaten Dalam Angka).

Sebagian besar usaha peternakan tersebut merupakan peternak skala rumah tangga dan membuang limbah ke badan sungai tanpa pengelolaan, sehingga terjadi pencemaran lingkungan. Pencemaran ini terutama berasal dari feses, urine, sisa pakan dan air sisa pembersihan kandang. Limbah yang

dihasilkan merupakan limbah organik dengan kandungan suspensi yang tinggi (keruh) dan menimbulkan bau. Pencemar utama dari limbah peternakan adalah sedimen, nitrogen, fosfor dan BOD.

4.1.2.6. Industri

Berdasarkan Peraturan Daerah Kabupaten Daerah Tingkat II Karanganyar Nomor 2 Tahun 1999 yang telah diubah dengan Peraturan Daerah Kabupaten Karanganyar Nomor 6 Tahun 2003 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Karanganyar yang menetapkan Kecamatan Jaten ke dalam sub wilayah pembangunan II dengan salah satu potensi yang perlu dikembangkan adalah sektor industri. Dengan adanya kebijakan tersebut mengakibatkan pertumbuhan industri yang pesat di wilayah Kecamatan Jaten. Banyaknya industri di Kecamatan Jaten ditunjukkan pada Tabel 21 berikut :

Tabel 21. Banyaknya Industri di Kecamatan Jaten Tahun 2009

No	Desa	Industri Besar	Industri Sedang	Industri Kecil/ Rumah Tangga
1	Suruhkalang	-	-	510
2	Jati	-	-	250
3	Jaten	8	3	88
4	Dagen	24	8	57
5	Ngringo	12	7	77
6	Jetis	22	7	81
7	Sroyo	7	4	198
8	Brujul	6	1	634
	Jumlah	79	30	1895

Sumber : Kecamatan Jaten Dalam Angka 2010

Pertumbuhan industri yang pesat akan mempengaruhi kualitas sumber daya alam dan bahkan merubah rona lingkungan sekitarnya. Disamping itu akan mempengaruhi sosial ekonomi dan budaya masyarakat di sekitarnya serta timbulnya pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh limbah yang dihasilkan.

Pencemaran lingkungan yang terjadi antara lain pencemaran air sungai yang disebabkan oleh pemanfaatan badan air sungai sebagai tempat membuang limbah cair. Salah satu sungai di Kecamatan Jaten yang dimanfaatkan untuk membuang limbah cair adalah Sungai Ngringo sehingga diperkirakan terjadi penurunan kualitas air sungai.

Jenis kegiatan/industri yang dapat dikategorikan sebagai sumber pencemaran di Sungai Ngringo adalah industri tekstil, makanan dan minuman serta kegiatan rumah sakit. Kegiatan/industri yang membuang limbah cair ke Sungai Ngringo dapat dilihat pada Tabel 22 di bawah ini.

Tabel 22. Kegiatan/industri Yang Membuang Limbah ke Sungai Ngringo

No	Nama Perusahaan	Jenis Produksi	Kapasitas produksi	Debit Limbah Cair (m ³ /hari)
1	PT. Indo Abaditex	Tekstil/ Finishing dan dying	2500 kg/hari	25
2	PT. Kusuma Hadi Santosa	Dying/ Finishing	Kain grey : 1,9 jt yard kain putih : 1,8 jt yard kain jadi : 0,7 jt yard	945
3	PT. Lombok Gandaria	makanan dan minuman	kecap = 6.000.000 botol/thn saos = 6.000.000 botol/thn syrup = 312.000 botol/thn cuka = 40.000 botol/thn	74
4	PT. Busana Mulyatex	Industri tekstil	Kain grey : 11.520.000 m/th kain finishing : 25.200.000 m/th	200
5	PT. Wijaya Kwarta Penta	Tekstil/ Finishing		120.5
6	PT. Sapi Gunung	Industri Tekstil	Kain finish 1.500.000 m/Th	25
7	PT. Kharisma Parwitex	Kain Selimut dan Kain Printing	Kain selimut = 750.000 m/thn Kain printing = 350.000 m/thn	5
8	PT. New Aiditex	Kain Warna	2.000.000 m/thn	30
9	PT. Agra Kencana Gita Cemerlang	Kain Cetak dan Garment	Kain Cetak = 1.200.000 yard/thn Garment = 40.000 potong/thn	90
10	PT. Javatex Internusa Perkasa	Industri Pertenunan	kain selimut : 3000 kodi kain handuk : 36000 dosin	85
11	PT. Dexa Sejahtera Bersama	Industri Cat	Cat tembok : 3,75 Ton Cat Genteng : 4 ton Thinner : 5,5 ton	1.93
12	Hotel Tirta Asri	Hotel	136 kamar	
13	Rumah Sakit Dian Pertiwi	RS ibu dan Anak		

Sumber : Badan Lingkungan Hidup Kabupaten Karanganyar

Berdasarkan Tabel 22 di atas dapat dilihat bahwa jenis kegiatan/industri penyumbang terbesar beban pencemaran di Sungai Ngringo adalah industri tekstil dengan PT. Kusuma Hadi Santosa sebagai penghasil limbah cair terbesar yaitu 945 m³/hari. Jenis pencemar yang dihasilkan pada limbah cair industri tekstil adalah parameter BOD, COD, pH, Fenol total, Cr, minyak dan lemak. Jika limbah cair tersebut dibuang ke badan sungai maka akan mempengaruhi kualitas air sungai tersebut. Persebaran kegiatan/industri di sepanjang Sungai Ngringo dapat dilihat pada Gambar 6.

4.1.3. Sungai Bengawan Solo

Sungai Bengawan Solo terletak di Propinsi Jawa Tengah dan Jawa Timur dengan luas wilayah sungai $\pm 12\%$ dari seluruh wilayah Pulau Jawa merupakan sungai terbesar di Pulau Jawa. Luas total wilayah Sungai Bengawan Solo $\pm 19.778 \text{ km}^2$, yang terdiri dari 4 (empat) Daerah Aliran Sungai (DAS) yaitu DAS Bengawan Solo dengan luas $\pm 16.100 \text{ km}^2$, DAS Kali Grindulu dan Kali Lorog di Pacitan seluas $\pm 1.517 \text{ km}^2$, DAS kecil di kawasan pantai utara seluas $\pm 1.441 \text{ km}^2$ dan DAS Kali Lamong seluas 720 km^2 .

Secara administratif wilayah Sungai Bengawan Solo mencakup 17 (tujuh belas) kabupaten dan 3 (tiga) kota, yaitu :

- Kabupaten : Boyolali, Klaten, Sukoharjo, Wonogiri, Karanganyar, Sragen, Blora, Rembang, Ponorogo, Madiun, Magetan, Ngawi, Bojonegoro, Tuban, Lamongan, Gresik dan Pacitan.
- Kota : Surakarta, Madiun dan Surabaya.

DAS Bengawan Solo merupakan DAS terluas di wilayah Sungai Bengawan Solo dengan luas $\pm 16.100 \text{ km}^2$ yang meliputi Sub DAS Bengawan Solo Hulu, Sub DAS Kali Madiun dan Sub DAS Bengawan Solo Hilir. Sub DAS Bengawan Solo Hulu dan Sub DAS Kali Madiun dengan luas masing-masing $\pm 6.702 \text{ km}^2$ dan $\pm 3.755 \text{ km}^2$. Bengawan Solo Hulu dan Kali Madiun mengalirkan air dari lereng gunung berbentuk kerucut yakni Gunung Merapi ($\pm 2.914 \text{ m}$), Gunung Merbabu ($\pm 3.142 \text{ m}$) dan Gunung Lawu ($\pm 3.265 \text{ m}$), sedangkan luas

Sub DAS Bengawan Solo Hilir adalah $\pm 6.273 \text{ km}^2$. (<http://bulletin.penataanruang.net>)

DAS Bengawan Solo Hulu merupakan kelompok sub DAS yang terdiri atas 27 (dua puluh tujuh) sub DAS yaitu Sub DAS Brambang, Sub DAS Dengkeng, Sub DAS Japoh, Sub DAS Jlantah, Sub DAS Kali Katir, Sub DAS Kedungaren, Sub DAS Kedungbanteng, Sub DAS Pepe, Sub DAS Tangen, Sub DAS Temon, Sub DAS Wuryantoro, Sub DAS Banger, Sub DAS Jenar, Sub DAS Grompol, Sub DAS Walikan, Sub DAS Samin, Sub DAS Mungkung, Sub DAS Sawur, Sub DAS Kenatan, Sub DAS Kedungdowo, Sub DAS Padas, Sub DAS Keduang, Sub DAS Wiroko, Sub DAS Solo Hulu, Sub DAS Alangngunggahan, Sub DAS Papungan dan Sub DAS Cemoro.

Sebagai sumber air yang sangat potensial bagi usaha-usaha pengelolaan dan pengembangan sumber daya air (SDA), Sungai Bengawan Solo digunakan untuk kebutuhan domestik, air baku air minum dan industri, irigasi dan lain-lain.

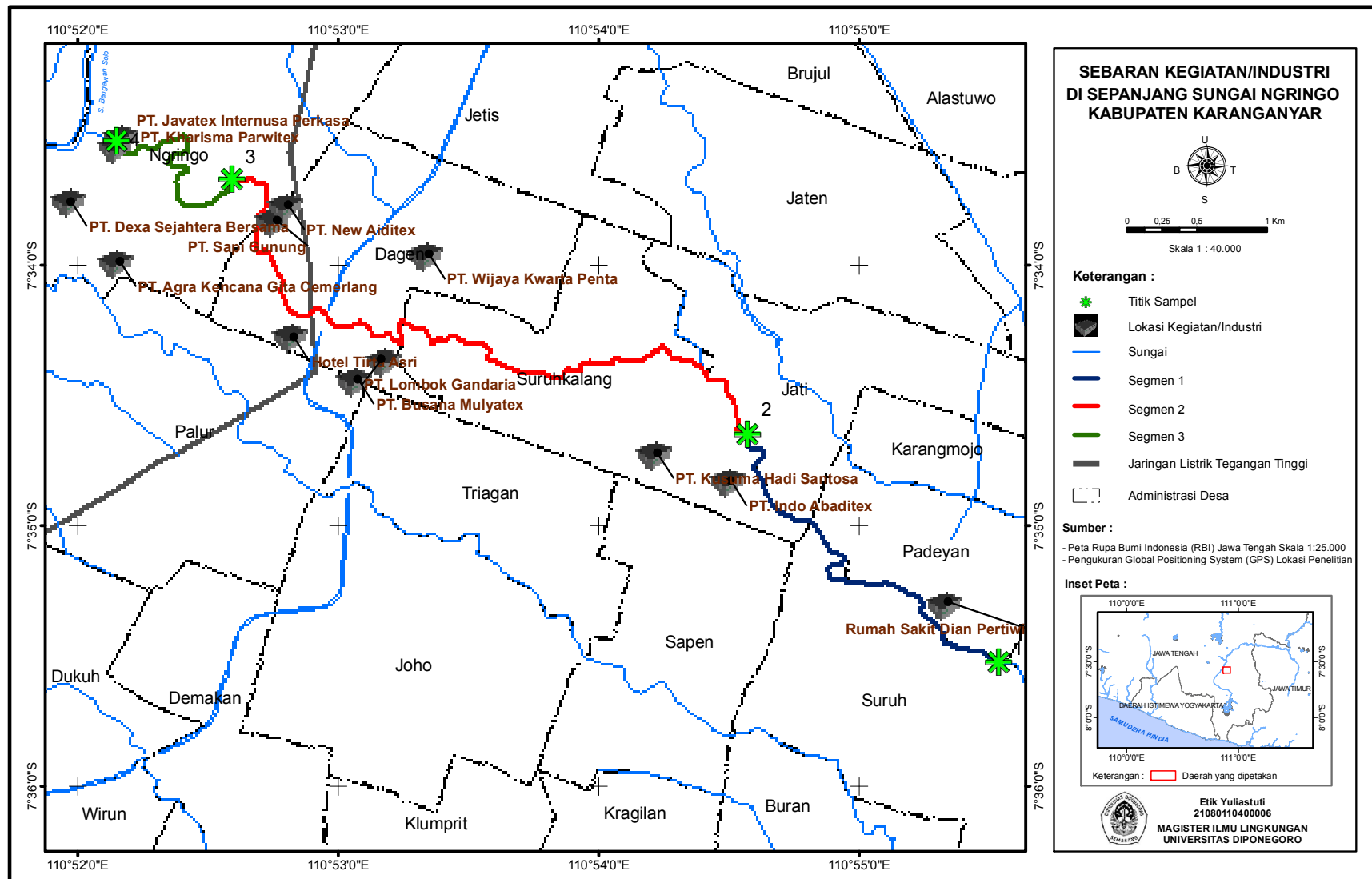
4.1.4. Karakteristik Sungai Ngringo

Berdasarkan perhitungan data spasial sungai RBI skala 1 : 25.000 dengan proyeksi *universal transverse merkator* (UTM) zona 49 S, Sungai Ngringo sebagai daerah penelitian memiliki panjang 10,43 km terbagi menjadi 3 (tiga) segmen yaitu segmen 1 (2,96 km); segmen 2 (5,71 km); dan segmen 3 (1,76 km). Sungai Ngringo termasuk dalam DAS Bengawan Solo dan Sub-DAS Mungkung yang berhulu di lereng Gunung Lawu.

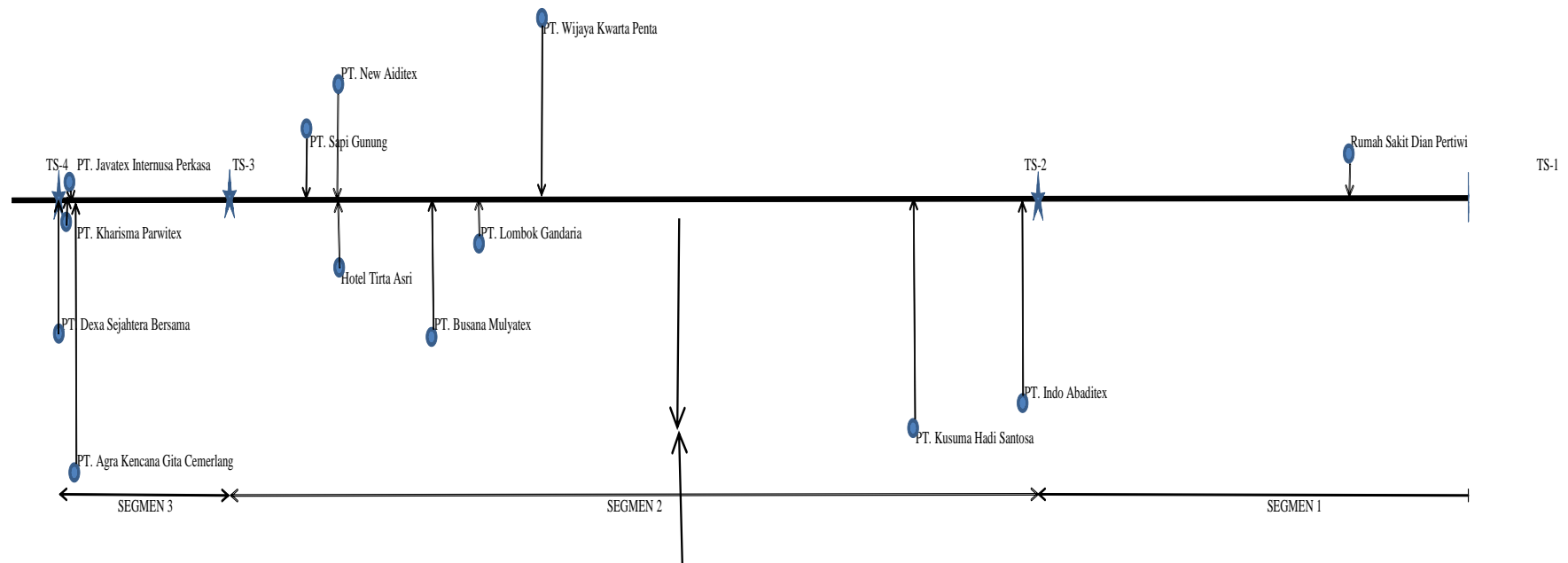
Berdasarkan kontinuitas alirannya, Sungai Ngringo termasuk sungai *intermittent river* yang berarti sungai yang mengalir selama musim penghujan saja dan tidak mengalir selama musim kering (kecuali ada hujan), karena pada musim kering letak air tanah berada di bawah dasar sungai. Berdasarkan pemberian air tanah kepada sungai, Sungai Ngringo termasuk sungai influen yang berarti sungai yang aliran airnya menyokong air tanah (Badan Lingkungan Hidup Kabupaten Karanganyar, 2005).

Penggunaan lahan di sepanjang Sungai Ngringo pada segmen 1 secara umum digunakan untuk lahan pertanian dan pemukiman. Sedangkan pada segmen

2 dan 3 digunakan untuk lahan pertanian, permukiman, industri dan peternakan. Industri-industri yang terdapat pada segmen 2 sebanyak 8 (delapan) buah dengan mayoritas jenis industri tekstil. Pada segmen 3 terdapat 4 (empat) buah industri terdiri atas 3 (tiga) industri tekstil dan 1 (satu) industri cat. Penggunaan lahan di sepanjang sungai diperkirakan mempengaruhi kualitas air sungai yang diakibatkan oleh buangan limbah ke sungai dari aktivitas-aktivitas tersebut. Diagram persebaran kegiatan/industri yang membuang limbah ke Sungai Ngringo dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 6. Persebaran kegiatan/industri di sepanjang Sungai Ngringo



Gambar 7. Diagram Persebaran Kegiatan/Industri di Sepanjang Sungai Ngringo

4.2. Kondisi Kualitas Air Sungai Ngringo

Kualitas air yaitu sifat air dan kandungan makhluk hidup, zat, energi atau komponen lain di dalam air. Kualitas air dinyatakan dalam beberapa parameter, yaitu parameter fisika (suhu, kekeruhan, padatan terlarut dan sebagainya), parameter kimia (pH, oksigen terlarut, BOD, kadar logam, dan sebagainya) dan parameter biologi (keberadaan plankton, bakteri dan sebagainya). Parameter-parameter kualitas air dibandingkan dengan baku mutu air berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.

4.2.1. Sifat Fisik Air Sungai Ngringo

Hasil pengamatan dan pengukuran parameter fisik (suhu dan zat padat tersuspensi/TSS) pada lokasi penelitian yang dibandingkan dengan baku mutu air adalah sebagai berikut :

4.2.1.1. Suhu Air

Hasil pengamatan dan pengukuran suhu air Sungai Ngringo ditunjukkan pada Tabel 23.

Tabel 23. Hasil Pengukuran Suhu Air Sungai Ngringo

No	Tanggal	Titik Pengambilan Sampel (°C)			
		1	2	3	4
1	04 Juni 2005		31.00		31.20
2	15 Nopember 2007		28.00		27.80
3	10 September 2008		26.40		26.50
4	12 Agustus 2009		27.20		27.00
5	21 April 2010		27.30		27.20
6	30 September 2010		27.00		26.70
7	26 Mei 2011	26.70	27.30	28.10	27.60
	Baku Mutu (PP No 82 Tahun 2001)				
	Kelas I	Deviasi 3			
	Kelas II	Deviasi 3			
	Kelas III	Deviasi 3			
	Kelas IV	Deviasi 5			

Sumber : Data Primer dan Badan Lingkungan Hidup Kabupaten Karanganyar

Hasil pengukuran suhu air tahun 2011 dari titik pengambilan sampel 1 pada hulu Sungai Ngringo hingga titik pengambilan sampel 4 yang terletak di hilir Sungai Ngringo tidak memiliki perbedaan yang mencolok, yaitu berkisar antara 26,7 - 28,1 °C. Pada Tabel 23 di atas menunjukkan bahwa suhu tertinggi adalah pada pengukuran titik sampel 3 (segmen 2) yaitu 28,1 °C dimana kegiatan yang terdapat pada daerah ini meliputi industri, pemukiman dan peternakan terutama ternak babi. Keadaan suhu yang demikian masih dalam ambang batas baku mutu air berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air. Baku mutu badan air golongan I, II dan III mensyaratkan bahwa temperatur air normal memiliki deviasi 3 dari keadaan temperatur alamiah di lingkungan setempat.

Effendi (2003) menyebutkan bahwa kisaran suhu optimum bagi pertumbuhan fitoplankton di perairan adalah 20 °C - 30°C. Hal ini berarti, suhu air Sungai Ngringo masih mampu menunjang pertumbuhan fitoplankton.

4.2.1.2. Zat Padat Tersuspensi (TSS)

Hasil pengamatan dan pengukuran parameter zat padat tersuspensi (TSS) Sungai Ngringo ditunjukkan pada Tabel 24 berikut :

Tabel 24. Hasil Pengukuran Zat Padat Tersuspensi (TSS) Air Sungai Ngringo

No	Tanggal	Titik Pengambilan Sampel (mg/L)			
		1	2	3	4
1	04 Juni 2005		58.00		66.00
2	15 Nopember 2007		55.60		55.00
3	10 September 2008		53.00		51.00
4	12 Agustus 2009		49.00		51.50
5	21 April 2010		49.00		57.00
6	30 September 2010		55.00		58.00
7	26 Mei 2011	43.00	49.00	53.00	57.00
Baku Mutu (PP No 82 Tahun 2001)					
Kelas I		50			
Kelas II		50			
Kelas III		400			
Kelas IV		400			

Sumber : Data Primer dan Badan Lingkungan Hidup Kabupaten Karanganyar

Hasil pengukuran parameter TSS Sungai Ngringo pada titik pengambilan sampel 1 sampai dengan titik pengambilan sampel 4 adalah berkisar antara 43 - 57 mg/L. Konsentrasi padatan tersuspensi (TSS) mengalami peningkatan dari hulu ke arah hilir dan melampaui baku mutu air sungai golongan II berdasarkan PP No. 82 Tahun 2001 pada titik sampel 3 dan 4. Fenomena ini mengindikasikan adanya pengaruh kegiatan industri dan pemukiman yang banyak terdapat di daerah tengah sungai (segmen 2 dan 3) terhadap peningkatan padatan tersuspensi. Industri yang dominan pada wilayah ini adalah industri tekstil.

Nilai padatan tersuspensi dari arah hulu ke arah hilir mengalami peningkatan. Menurut Effendi (2003), meskipun tidak bersifat toksik, bahan tersuspensi yang berlebihan dapat meningkatkan nilai kekeruhan yang selanjutnya akan menghambat penetrasi cahaya matahari ke kolom air dan akhirnya berpengaruh terhadap proses fotosintesis di perairan.

Berdasarkan nilai kesesuaian perairan untuk kepentingan perikanan berdasarkan nilai padatan tersuspensi (TSS) menurut Alabaster dan Lloyd (1982) dalam Effendi (2003), kandungan padatan tersuspensi (TSS) air Sungai Ngringo sedikit berpengaruh (25 - 80 mg/L) terhadap kepentingan perikanan.

4.2.2. Sifat Kimia Air Sungai Ngringo

Hasil pengamatan dan pengukuran parameter kimia air Sungai Ngringo pada lokasi penelitian yang dibandingkan dengan baku mutu air adalah sebagai berikut :

4.2.2.1. pH (Derajat Keasaman)

Hasil pengamatan dan pengukuran parameter derajat keasaman (pH) Sungai Ngringo ditunjukkan pada Tabel 25.

Tabel 25. Hasil Pengukuran Derajat Keasaman (pH) Air Sungai Ngringo

No	Tanggal	Titik Pengambilan Sampel			
		1	2	3	4
1	04 Juni 2005		7.11		7.24
2	15 Nopember 2007		6.44		6.54
3	10 September 2008		7.26		7.18
4	12 Agustus 2009		7.10		7.35
5	21 April 2010		7.493		7.577
6	30 September 2010		6.91		7.06
7	26 Mei 2011	7.08	7.02	7.38	7.25
	Baku Mutu (PP No 82 Tahun 2001)				
	Kelas I	6 - 9			
	Kelas II	6 - 9			
	Kelas III	6 - 9			
	Kelas IV	5 - 9			

Sumber : Data Primer dan Badan Lingkungan Hidup Kabupaten Karanganyar

Dari Tabel 25 di atas menunjukkan hasil pengukuran pH air Sungai Ngringo tahun 2011 berkisar antara 7,08 - 7,38. Fluktuasi nilai pH tersebut dipengaruhi oleh adanya buangan limbah organik dan anorganik ke Sungai Ngringo. Pengukuran tertinggi pada titik pengambilan sampel 3 yaitu 7,38 yang dipengaruhi oleh aktivitas pada segmen 2 yang berupa kegiatan domestik/pemukiman, peternakan dan industri. Mengacu pada PP No. 82 Tahun 2001 maka pH air Sungai Ngringo tersebut masih dalam ambang batas baku mutu air semua golongan badan air.

Berdasarkan hasil pengukuran pH di Sungai Ngringo yang tergolong normal maka dapat diindikasikan kehidupan biota akuatik masih dalam kondisi yang cukup baik. Menurut Effendi (2003) sebagian besar biota akuatik sensitif terhadap perubahan pH dan menyukai nilai pH sekitar 7 - 8,5.

4.2.2.2. Oksigen Terlarut (*Dissolved Oxygen/DO*)

Hasil pengamatan dan pengukuran parameter oksigen terlarut (*dissolved oxygen/DO*) Sungai Ngringo dapat dilihat pada Tabel 26 berikut :

Tabel 26. Hasil Pengukuran Oksigen Terlarut (*Dissolved Oxygen/DO*) Air Sungai Ngringo

No	Tanggal	Titik Pengambilan Sampel (mg/L)			
		1	2	3	4
1	04 Juni 2005		-		-
2	15 Nopember 2007		-		-
3	10 September 2008		4.139		3.793
4	12 Agustus 2009		-		-
5	21 April 2010		-		-
6	30 September 2010		-		-
7	26 Mei 2011	11	3.50	3.40	0.20
	Baku Mutu (PP No 82 Tahun 2001)				
	Kelas I	6			
	Kelas II	4			
	Kelas III	3			
	Kelas IV	0			

Sumber : Data Primer dan Badan Lingkungan Hidup Kabupaten Karanganyar

Berdasarkan hasil pemantauan kualitas air pada titik-titik pengambilan sampel seperti yang diperlihatkan pada Tabel 26 di atas nampak bahwa kondisi oksigen terlarut dari arah hulu ke arah hilir mengalami penurunan kualitas. Pada titik pengambilan sampel 4 konsentrasi oksigen terlarut hanya 0,2 mg/L yang hampir mendekati batas minimum yang dipersyaratkan untuk badan air golongan IV berdasar PP No.82 Tahun 2001. Oksigen terlarut turun hingga di bawah baku mutu air sungai golongan II mulai dari titik pengambilan sampel 2 (daerah tengah sungai). Rendah dan menurunnya konsentrasi oksigen terlarut mengindikasikan terjadinya pencemaran oleh bahan-bahan organik terutama oleh air limbah domestik terutama di daerah permukiman dan aktivitas peternakan yang banyak terdapat pada segmen 2 dan 3.

Menurut Effendi (2003), oksigen terlarut dalam perairan dipengaruhi oleh proses dekomposisi bahan organik dan oksidasi bahan anorganik. Menurunnya kandungan oksigen terlarut di Sungai Ngringo dari arah hulu ke arah hilir mengindikasikan terjadinya peningkatan proses dekomposisi bahan organik dan oksidasi bahan anorganik akibat meningkatnya buangan limbah.

Berdasarkan nilai kandungan oksigen terlarut, kualitas air Sungai Ngringo dari arah hulu ke arah hilir mengalami penurunan atau terjadi pencemaran. Hal ini sesuai dengan pernyataan Wardhana (2004) yang mengatakan bahwa air lingkungan yang telah tercemar kandungan oksigennya sangat rendah. Sedangkan menurut Salmin (2005), perairan dapat dikategorikan sebagai perairan yang baik dan tingkat pencemarannya rendah jika kadar oksigen terlarutnya > 5 ppm.

4.2.2.3. BOD (*Biological Oxygen Demand*)

Hasil pengamatan dan pengukuran parameter BOD (*Biological Oxygen Demand*) Sungai Ngringo dapat dilihat pada Tabel 27 di bawah ini :

Tabel 27. Hasil Pengukuran BOD (*Biological Oxygen Demand*) Air Sungai Ngringo

No	Tanggal	Titik Pengambilan Sampel (mg/L)			
		1	2	3	4
1	04 Juni 2005		4.15		15.65
2	15 Nopember 2007		6.40		7.99
3	10 September 2008		11.30		16.50
4	12 Agustus 2009		9.62		20.31
5	21 April 2010		7.93		12.16
6	30 September 2010		6.51		7.76
7	26 Mei 2011	4.47	4.50	8.37	14.65
	Baku Mutu (PP No 82 Tahun 2001)				
	Kelas I	2			
	Kelas II	3			
	Kelas III	6			
	Kelas IV	12			

Sumber : Data Primer dan Badan Lingkungan Hidup Kabupaten Karanganyar

Dari hasil pengamatan pada tahun 2011 diperoleh nilai BOD berkisar antara 4,47 - 14.65 mg/L. Nilai BOD memiliki kecenderungan naik dari arah hulu ke arah hilir. Hasil penelitian menunjukkan kualitas air dengan parameter BOD melampaui nilai ambang batas baku mutu air sungai golongan II pada semua titik pengambilan sampel dan ambang batas baku mutu air sungai golongan III pada titik pengambilan sampel 3 dan 4 (segmen 2 dan 3). Peningkatan kadar BOD mengindikasikan terjadinya peningkatan buangan limbah organik ke badan Sungai Ngringo. Limbah organik dihasilkan dari berbagai kegiatan yang terdapat pada segmen tersebut antara lain kegiatan industri, permukiman, dan peternakan.

Proses dekomposisi bahan organik dalam jumlah besar dalam perairan akan menyerap oksigen dalam air sehingga menurunkan jumlah oksigen terlarut (DO). Pada titik pengambilan sampel 4 menunjukkan nilai BOD sebesar 14,65 mg/L sedangkan nilai DO pada titik ini hanya sebesar 0,2 mg/L.

Peningkatan nilai BOD Sungai Ngringo dari arah hulu ke arah hilir mengindikasikan bahwa semakin ke hilir kualitas air sungai semakin menurun atau telah terjadi pencemaran di bagian hilir. Menurut Salmin (2005), berdasarkan kadar oksigen biokimia (BOD) maka tingkat pencemaran di hilir Sungai Ngringo tergolong tinggi dan tidak termasuk kategori perairan yang baik (kadar BOD 1 - 10 ppm).

4.2.2.4. COD (*Chemical Oxygen Demand*)

Parameter COD menggambarkan kebutuhan oksigen untuk peruraian bahan organik secara kimiawi dan mengakibatkan berkurangnya oksigen terlarut dalam air. Hasil pengukuran parameter COD (*Chemical Oxygen Demand*) Sungai Ngringo ditunjukkan pada Tabel 28.

Tabel 28. Hasil Pengukuran COD (*Chemical Oxygen Demand*) Air Sungai Ngringo

No	Tanggal	Titik Pengambilan Sampel (mg/L)			
		1	2	3	4
1	04 Juni 2005		31.10		83.44
2	15 Nopember 2007		19.68		16.66
3	10 September 2008		34.07		48.88
4	12 Agustus 2009		28.30		56.84
5	21 April 2010		23.38		35.83
6	30 September 2010		19.07		99.00
7	26 Mei 2011	13.30	13.30	26.74	48.63
	Baku Mutu (PP No 82 Tahun 2001)				
	Kelas I	10			
	Kelas II	25			
	Kelas III	50			
	Kelas IV	100			

Sumber : Data Primer dan Badan Lingkungan Hidup Kabupaten Karanganyar

Hasil pengukuran parameter COD air Sungai Ngringo tahun 2011 seperti terlihat pada Tabel 28 berkisar antara 13,30 - 48,63 mg/L. Nilai parameter COD dari arah hulu ke arah hilir menunjukkan adanya kenaikan dan melebihi baku mutu air golongan II pada titik sampel 3 dan 4 (segmen 2 dan 3). Parameter COD merupakan salah satu indikator pencemaran air yang disebabkan oleh limbah organik. COD menggambarkan jumlah total oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan organik secara kimiawi, baik yang dapat didegradasi secara biologis (*biodegradable*) maupun yang sukar didegradasi secara biologis (*non biodegradable*) menjadi CO₂ dan H₂O.

Pada segmen 2 dan 3 daerah penelitian terdapat berbagai macam kegiatan yang menghasilkan limbah organik yang meliputi kegiatan industri, pemukiman (aktivitas domestik) dan peternakan terutama ternak babi. Industri-industri yang berada pada segmen tersebut telah memiliki IPAL dan melakukan pengolahan limbah namun untuk aktivitas domestik dan peternakan limbah langsung dibuang ke badan sungai tanpa diolah terlebih dahulu.

Menurut UNESCO,WHO/UNEP (1992) dalam Warlina (2004) nilai COD pada perairan yang tidak tercemar biasanya kurang dari 20 mg/L. Hal ini berarti berdasarkan hasil pengukuran, nilai COD yang tinggi pada titik pengambilan sampel 3 dan 4 (> 20 mg/L) mengindikasikan bahwa perairan tersebut telah tercemar. Perairan yang memiliki nilai COD tinggi tidak diinginkan bagi kepentingan pertanian dan perikanan (Effendi, 2003).

4.2.2.5. $\text{NH}_3\text{-N}$ (Amonia)

Hasil pengukuran parameter $\text{NH}_3\text{-N}$ (Amonia) Sungai Ngringo dapat dilihat pada Tabel 29.

Tabel 29. Hasil Pengukuran $\text{NH}_3\text{-N}$ (Amonia) Air Sungai Ngringo

No	Tanggal	Titik Pengambilan Sampel			
		1	2	3	4
1	04 Juni 2005		-		-
2	15 Nopember 2007		-		-
3	10 September 2008		0.570		1.488
4	12 Agustus 2009		0.410		2.689
5	21 April 2010		0.268		2.705
6	30 September 2010		0.326		0.802
7	26 Mei 2011	0.063	0.25	2.81	2.70
	Baku Mutu (PP No 82 Tahun 2001)				
	Kelas I	0.50			
	Kelas II	-			
	Kelas III	-			
	Kelas IV	-			

Sumber : Data Primer dan Badan Lingkungan Hidup Kabupaten Karanganyar

Konsentrasi $\text{NH}_3\text{-N}$ (Amonia) hasil pengukuran pada Tabel 29 menunjukkan adanya kenaikan dari titik pengambilan sampel 1 sampai titik pengambilan sampel 4 (dari arah hulu ke arah hilir) dan melampaui baku mutu air golongan I mulai dari titik pengambilan sampel 3. Peningkatan konsentrasi

Amonia diindikasikan akibat adanya aktivitas industri, pemukiman, peternakan dan pertanian. Hal ini sesuai dengan pernyataan Effendi (2003) yang menyatakan bahwa kadar ammonia yang tinggi dapat merupakan indikasi adanya pencemaran bahan organik yang berasal dari limbah domestik, industri dan limpasan (run-off) pupuk pertanian.

Menurut Mcneely et al (1979) dalam Effendi (2003) menyatakan bahwa kadar ammonia pada perairan alami biasanya kurang dari 0,1 mg/L. Berdasarkan hasil pengukuran, kadar ammonia pada daerah hulu masih menunjukkan kondisi alaminya, namun semakin ke arah hilir mengalami peningkatan dengan konsentrasi $\text{NH}_3\text{-N}$ yang tertinggi terjadi pada titik pengambilan sampel 3 yaitu 2,81 mg/L. Pada segmen ini kegiatan yang dominan adalah industri dan pemukiman. Selain itu, penduduk pada segmen ini banyak yang memiliki usaha peternakan babi yang limbahnya langsung dibuang ke badan sungai.

4.2.2.6. $\text{PO}_4\text{-P}$ (Phospat)

Hasil pengukuran parameter $\text{PO}_4\text{-P}$ (Phospat) Sungai Ngringo dapat dilihat pada Tabel 30 berikut :

Tabel 30. Hasil Pengukuran $\text{PO}_4\text{-P}$ (Phospat) Air Sungai Ngringo

No	Tanggal	Titik Pengambilan Sampel			
		1	2	3	4
1	04 Juni 2005		-		-
2	15 Nopember 2007		-		-
3	10 September 2008		0.212		ttd
4	12 Agustus 2009		0.081		0.933
5	21 April 2010		0.184		0.668
6	30 September 2010		0.168		0.229
7	26 Mei 2011	0.088	0.084	0.347	1.303
	Baku Mutu (PP No 82 Tahun 2001)				
	Kelas I	0.20			
	Kelas II	0.20			
	Kelas III	1.00			
	Kelas IV	5.00			

Sumber : Data Primer dan Badan Lingkungan Hidup Kabupaten Karanganyar

Kadar Phospat ($\text{PO}_4\text{-P}$) yang terukur pada tahun 2011 menunjukkan adanya peningkatan dari arah hulu ke arah hilir dan melampaui ambang batas baku mutu golongan II pada titik pengambilan sampel 3 dan 4. Kontribusi peningkatan kadar Phospat ($\text{PO}_4\text{-P}$) diindikasikan akibat adanya aktivitas pemukiman dan peternakan yang banyak terdapat pada segmen 2 dan 3. Hal ini sesuai dengan pernyataan Effendi (2003) yang menyatakan bahwa sumber antropogenik fosfor berasal dari limbah domestik yang bersumber dari penggunaan detergen. Selain itu fosfor juga berasal dari dekomposisi bahan organik. Kandungan fosfor dari arah hulu ke arah hilir yang semakin meningkat juga dapat diindikasikan sebagai akibat meningkatnya proses dekomposisi bahan organik akibat meningkatnya buangan limbah.

Menurut Boyd (1988) dalam Effendi (2003) menyatakan bahwa kadar phosfat total pada perairan alami jarang melebihi 1 mg/L. Berdasarkan hasil pengukuran, kandungan phospat pada titik pengambilan sampel 1, 2 dan 3 masih memenuhi kondisi alaminya, namun pada titik pengambilan sampel 4 sudah melampaui batas kondisi alaminya. Menurut Ginting (2007) kandungan phosfat yang tinggi dalam perairan dapat menyebabkan suburnya algae dan organisme lainnya. Kesuburan tanaman air mengakibatkan berkurangnya oksigen terlarut.

4.2.2.7. Kadar Logam Besi (Fe)

Hasil pengukuran kadar Logam Besi (Fe) di Sungai Ngringo ditunjukkan pada Tabel 31.

Tabel 31. Hasil Pengukuran Kadar Logam Besi (Fe) Air Sungai Ngringo

No	Tanggal	Titik Pengambilan Sampel (mg/L)			
		1	2	3	4
1	04 Juni 2005		1.401		1.584
2	15 Nopember 2007		7.099		6.026
3	10 September 2008		0.000		7.180
4	12 Agustus 2009		0.052		0.281
5	21 April 2010		0.921		0.357
6	30 September 2010		0.860		0.989
7	26 Mei 2011	0.631	0.204	0.478	1.559
	Baku Mutu (PP No 82 Tahun 2001)				
	Kelas I	0.30			
	Kelas II	(-)			
	Kelas III	(-)			
	Kelas IV	(-)			

Sumber : Data Primer dan Badan Lingkungan Hidup Kabupaten Karanganyar

Hasil pengukuran kadar Logam Besi (Fe) pada beberapa titik pengambilan sampel menunjukkan nilai yang fluktuatif dan melampaui ambang batas baku mutu air sungai golongan I pada titik pengambilan sampel 1, 3 dan 4 (daerah hilir sungai). Pada titik pengambilan sampel 4 kadar logam besi 1,559 mg/L, hal ini dapat membahayakan kehidupan organisme akuatik (Moore, 1991 dalam Effendi, 2003). Secara umum, air Sungai Ngringo masih dapat dimanfaatkan bagi keperluan pertanian karena kadungan besinya kurang dari 20 mg/L (McNeely et al., 1979 dalam Effendi, 2003).

Menurut Boyd (1988) dalam Effendi (2003), kadar besi pada perairan alami berkisar antara 0,05 - 0,2 mg/L. Berdasarkan hasil pengukuran, kadar besi di Sungai Ngringo terutama pada daerah hilir telah melebihi kondisi alaminya. Peningkatan kadar Logam Besi (Fe) pada bagian hilir dipengaruhi oleh adanya buangan air limbah industri tekstil yang terdapat di daerah sepanjang sungai

(segmen 2 dan 3). Hal ini sesuai dengan Eckenfelder (1989) dalam Effendi (2003) yang menyatakan bahwa besi banyak digunakan dalam industri tekstil dan untuk bahan celupan.

4.2.2.8. Kadar Logam Kromium (Cr)

Hasil pengukuran kadar Logam Krom (Cr) di Sungai Ngringo dapat dilihat pada Tabel 32 di bawah ini :

Tabel 32. Hasil Pengukuran Kadar Logam Kromium (Cr) Air Sungai Ngringo

No	Tanggal	Titik Pengambilan Sampel (mg/L)			
		1	2	3	4
1	04 Juni 2005		ttd		ttd
2	15 Nopember 2007		ttd		ttd
3	10 September 2008		0.00		0.00
4	12 Agustus 2009		<0.004		<0.004
5	21 April 2010		<0.003		<0.003
6	30 September 2010		-		-
7	26 Mei 2011	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
	Baku Mutu (PP No 82 Tahun 2001)				
	Kelas I	0.05			
	Kelas II	0.05			
	Kelas III	0.05			
	Kelas IV	0.01			

Sumber : Data Primer dan Badan Lingkungan Hidup Kabupaten Karanganyar

Hasil pengukuran kadar logam kromium (Cr) di Sungai Ngringo menunjukkan konsentrasi yang sangat kecil yaitu kurang dari 0,004 dan masih memenuhi baku mutu semua kelas air sesuai PP No. 82 Tahun 2001. Effendi (2003) menyebutkan bahwa kadar kromium pada perairan tawar biasanya kurang dari 0,001 mg/L. Konsentrasi logam kromium pada air sungai di pengaruhi oleh adanya industri tekstil dan cat yang membuang limbah ke badan air. Hal ini sesuai dengan pernyataan Effendi (2003) yang menyebutkan bahwa garam-garam kromium banyak digunakan dalam industri tekstil, cat dan bahan celupan (*dyes*).

4.2.3. Sifat Mikrobiologi Air Sungai Ngringo

Hasil pengukuran sifat mikrobiologi dengan parameter Bakteri *Coliform* Total air Sungai Ngringo di lokasi penelitian dapat dilihat pada Tabel 33.

Tabel 33. Hasil Pengukuran Bakteri *Coliform* Total Air Sungai Ngringo

No	Tanggal	Titik Pengambilan Sampel (Jml/100 ml)			
		1	2	3	4
1	26 Mei 2011	350×10^3	39×10^3	26×10^9	26×10^5
	Baku Mutu (PP No 82 Tahun 2001)				
	Kelas I	1,000			
	Kelas II	5,000			
	Kelas III	10,000			
	Kelas IV	10,000			

Sumber : Data Primer, 2011

Dari data penelitian pada Tabel 31 diatas menunjukkan bahwa pada semua titik pengambilan sampel jumlah bakteri coliform melebihi ambang batas baku mutu air baik untuk kelas I, II, III maupun IV PP no. 82 tahun 2001. Besarnya jumlah bakteri coliform dipengaruhi oleh adanya limbah organik yang dibuang ke badan sungai. Limbah organik ini berasal dari aktivitas peternakan terutama ternak babi yang membuang limbah ke badan air tanpa adanya proses pengolahan dan meningkatnya buangan limbah domestik akibat aktivitas mandi cuci penduduk sekitar.

4.3. Beban Pencemaran Sungai Ngringo

4.3.1. Perhitungan Debit

Debit diartikan sebagai jumlah air yang mengalir melalui suatu waktu tertentu. Hasil pengukuran dan perhitungan debit di lokasi penelitian dapat dilihat pada Tabel 34 berikut :

Tabel 34. Tabel Perhitungan Debit Air Sungai Ngringo

Titik Pengambilan Sampel	A (m ²)	v (m/s)	Q (m ³ /s)	Q (m ³ /hari)
1	0.080	0.167	0.013	1,152.58
2	0.070	0.265	0.019	1,605.75
3	0.152	0.215	0.033	2,828.38
4	0.026	0.853	0.022	1,934.36

Sumber : Data Primer, 2011

Berdasarkan perhitungan debit Sungai Ngringo pada Tabel 34 di atas menunjukkan bahwa terdapat perbedaan debit antara hulu dan hilir sungai dimana semakin ke hilir debit air sungai semakin besar. Besar kecilnya debit dipengaruhi oleh kecepatan arus dan luas penampang saluran air (sungai).

Besar kecilnya debit juga berpengaruh terhadap konsentrasi bahan pencemar, dimana jika debit air sungai besar/ meningkat maka konsentrasi bahan-bahan pencemar yang memasuki badan air mengalami penurunan karena terjadi proses pengenceran.

4.3.2. Beban Pencemaran Sungai

Beban pencemar pada sungai dihitung berdasarkan pada jumlah unsur pencemar yang terkandung dalam aliran air sungai dan dipengaruhi oleh debit air sungai. Perhitungan beban pencemaran Sungai Ngringo tersaji pada Tabel 35.

Tabel 35. Hasil Perhitungan Beban Pencemaran Sungai Ngringo

Titik Pengambilan Sampel		Beban Pencemaran (kg/hari)							
		TSS	Besi (Fe)	Krom Total	NH3-N/Ammonia	PO4-P/Phospate	COD	BOD	DO
1	Titik Awal	49.56	0.73	-	0.07	0.10	15.33	5.15	12.68
2	Segmen 1	78.68	0.33	-	0.41	0.13	21.36	7.23	5.62
3	Segmen 2	149.90	1.35	-	7.93	0.98	75.63	23.67	9.62
4	Segmen 3	110.26	3.02	-	5.22	2.52	94.07	28.34	0.39
Jumlah		388.41	5.42	0.00	13.64	3.74	206.38	64.39	28.30

Sumber : Data Primer, 2011

Dari hasil perhitungan pada Tabel 35 di atas dapat disimpulkan bahwa beban pencemaran Sungai Ngringo yang terbesar ditunjukkan oleh parameter padatan tersuspensi (TSS) sebesar 388,41 kg/hari dan parameter COD (*Chemical Oxygen Demand*) 206,38 kg/hari. Sedangkan beban pencemaran sungai terendah ditunjukkan oleh parameter PO₄-P (Phospat) sebesar 3,74 kg/hari. Beban pencemaran untuk parameter padatan tersuspensi tertinggi pada segmen 2 sebesar 149,90 kg/hari sedangkan untuk parameter COD nilai tertinggi pada segmen 3 yaitu 94,07 kg/hari.

Beban pencemaran padatan tersuspensi dan COD yang tinggi sebagai akibat dari adanya berbagai kegiatan dan membuang limbah yang dihasilkan ke Sungai Ngringo diantaranya kegiatan industri, pemukiman dan peternakan.

4.3.3. Beban Pencemaran Industri

Beban pencemar yang dihasilkan masing-masing industri dihitung berdasarkan pada jumlah unsur pencemar yang terkandung dalam aliran limbah cair. Beban ini dipengaruhi debit limbah. Semakin tinggi debit limbah semakin tinggi beban terhadap lingkungan. Perhitungan beban pencemaran industri yang membuang limbah cairnya ke Sungai Ngringo ditunjukkan pada Tabel 36.

Tabel 36. Hasil Perhitungan Beban Pencemaran Industri

No	Nama Perusahaan	Jenis Industri	Debit (m3/hari)	Konsentrasi (mg/L)			Beban Pencemaran Industri (kg/hari)		
				BOD	COD	TSS	BOD	COD	TSS
SEGMENT 1									
1	Rumah Sakit Dian Pertiwi								
SEGMENT 2									
2	PT. Indo Abaditex	tekstil							
3	PT. Kusuma Hadi Santosa	tekstil	945	9.99	36.04	12.50	9.44	34.06	11.81
4	PT. Lombok Gandaria	kecap, saos, sirup	74	45.41	86.35	13.00	3.36	6.39	0.96
5	PT. Busana Mulyatex	tekstil	200	26.02	69.88	21.25	5.20	13.98	4.25
6	PT. Wijaya Kwarta Penta	tekstil	120.5	4.61	20.52	18.00	0.56	2.47	2.17
7	PT. Sapi Gunung	tekstil	25	21.74	62.85	47.17	0.54	1.57	1.18
8	PT. New Aiditex	tekstil	30	10.63	20.88	14.67	0.32	0.63	0.44
9	Hotel Tirta Asri								
Jumlah			1394.5				19.418	59.093	20.813
SEGMENT 3									
10	PT. Kharisma Parwitex	tekstil	5	14.41	53.64	30.50	0.07	0.27	0.15
11	PT. Agra Kencana Gita Cemerlang	tekstil	90	32.52	91.80	55.00	2.93	8.26	4.95
12	PT. Javatex Internusa Perkasa	tekstil	85	12.66	36.04	45.50	1.08	3.06	3.87
13	PT. Dexa Sejahtera Bersama	cat	1.93	17.79	50.83	44.13	0.03	0.10	0.09
Jumlah			181.93				4.11	11.69	9.06
Jumlah Total							23.527	70.784	29.868

Sumber : Data Sekunder, 2011

Dari hasil perhitungan pada Tabel 36 di atas dapat dilihat bahwa beban pencemaran industri yang terbesar adalah beban pencemar COD sebesar 70,784 kg/hari. Pencemaran tertinggi terjadi pada segmen 2 dengan beban pencemaran COD sebesar 59,093 kg/hari yang diakibatkan oleh 7 (tujuh) industri yang berada pada wilayah tersebut yang terdiri atas 6 (industri) tekstil dan 1 (satu) industri makanan. Beban pencemaran paling tinggi dihasilkan oleh PT. Kusuma Hadi Santosa dengan nilai COD sebesar 34,06 kg/hari. Beban pencemaran pada segmen 2 tersebut diindikasikan dapat meningkat karena masih terdapat industri yang belum/tidak melakukan pengujian kualitas air limbah yang akan dibuang ke badan sungai.

Kegiatan industri pada segmen 2 memberikan prosentase beban pencemaran BOD, COD dan TSS sebesar 82,04 %, 78,13 % dan 13,88 % terhadap beban pencemaran sungai. Pada segmen 3 diperkirakan memberikan beban pencemaran BOD sebesar 88 %, dan COD 63,39 %.

4.4. Indeks Pencemaran (IP) Sungai Ngringo

Indeks pencemaran digunakan untuk menentukan tingkat pencemaran relatif terhadap parameter kualitas air yang diijinkan (Nemerow, 1974). Indeks ini berkaitan dengan senyawa pencemar yang bermakna untuk suatu peruntukkan dan dapat dikembangkan untuk beberapa peruntukan bagi seluruh bagian badan air atau sebagian dari suatu sungai.

Dalam penelitian ini perhitungan indeks pencemaran didasarkan pada titik pengambilan sampel dan pada parameter yang telah ditentukan yaitu TSS, BOD, COD, PO₄-P, DO dan pH. Baku mutu air yang digunakan adalah berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air. Hasil perhitungan indeks pencemaran pada masing-masing titik pengambilan sampel tersaji pada Tabel 37 sebagai berikut :

Tabel 37. Hasil Perhitungan Indeks Pencemaran Sungai Ngringo

No	Titik Pengambilan Sampel		Indeks Pencemaran							
			Kelas I		Kelas II		Kelas III		Kelas IV	
1	1		2.09	cemar ringan	1.40	cemar ringan	0.68	kondisi baik	0.63	kondisi baik
2	2	segmen 1	2.11	cemar ringan	1.41	cemar ringan	0.76	kondisi baik	0.72	kondisi baik
3	3	segmen 2	3.19	cemar ringan	2.40	cemar ringan	1.31	cemar ringan	0.84	kondisi baik
4	4	segmen 3	4.30	cemar ringan	3.38	cemar ringan	2.26	cemar ringan	1.10	cemar ringan

Sumber : Data Primer, 2011

Berdasarkan hasil perhitungan indeks pencemaran pada Tabel 37, dapat disimpulkan bahwa kualitas perairan Sungai Ngringo dari arah hulu ke arah hilir mengalami penurunan kualitas (meningkatnya nilai indeks pencemaran) dimana pada daerah hilir (titik pengambilan sampel 4) sudah tercemar ringan. Pencemaran

perairan terjadi disebabkan karena kandungan TSS, BOD, COD dan DO yang telah melebihi ambang batas yang telah ditetapkan.

Berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001, dengan kualitas air seperti tersebut di atas maka Sungai Ngringo pada segmen 1 (satu) masih dapat dimanfaatkan untuk pembudidayaan air tawar, peternakan, untuk mengairi pertamanan dan atau peruntukannya lain yang sama dengan kegunaan tersebut.

Evaluasi status mutu air Sungai Ngringo dilakukan yang berdasarkan hasil pemantauan kualitas air dari tahun 2005 sampai tahun 2010 dengan perhitungan indeks pencemaran didasarkan pada titik pengambilan sampel 2 dan 4 serta parameter yang telah ditentukan yaitu TSS, BOD, COD dan pH. Dari hasil perhitungan menunjukkan kondisi kualitas air Sungai Ngringo daerah hilir (pada titik pengambilan sampel 4) sudah tercemar ringan kecuali pada tahun 2007. Hal ini ditunjukkan oleh nilai indeks pencemaran yang lebih dari 1,00. Kondisi kualitas air yang sudah tercemar memerlukan upaya pengendalian pencemaran untuk mengembalikan kualitas air agar dapat dimanfaatkan sesuai dengan peruntukannya.

4.5. Strategi Pengendalian Pencemaran Perairan Sungai Ngringo

Pengendalian pencemaran air merupakan upaya pencegahan dan penanggulangan pencemaran air serta pemulihan kualitas air untuk menjamin air agar sesuai dengan baku mutu air atau peruntukannya serta dapat bermanfaat secara berkelanjutan. Demikian juga kebijakan pengendalian pencemaran perairan Sungai Ngringo di Kabupaten Karanganyar diharapkan mampu mencegah terjadinya pencemaran air sehingga air Sungai Ngringo dapat terjaga kualitasnya serta bermanfaat sesuai peruntukannya.

Berdasarkan hasil pengukuran dan pengamatan di daerah penelitian, maka dilakukan analisis terhadap masing-masing indikator analisis SWOT untuk mengidentifikasi kekuatan, kelemahan, peluang dan ancaman yang dihadapi dalam upaya pengendalian pencemaran perairan Sungai Ngringo. Hasil analisis masing-masing indikator pada daerah penelitian tersaji pada Tabel 38 berikut :

Tabel 38. Hasil Analisis Indikator Pengendalian Pencemaran Air Sungai Ngringo

No	Indikator	Hasil Analisa	Nilai
1	Pencemaran perairan	Cemar ringan	-1
2	Pemantauan kualitas air	Ada pemantauan kualitas air	+2
3	Penetapan daya tampung beban pencemaran air	Tidak ada penetapan daya tampung beban pencemaran air	-2
4	Penetapan baku mutu air limbah	Ada penetapan baku mutu air limbah yaitu Perda Propinsi Jawa Tengah No. 10 Tahun 2004	+2
5	Pembuatan IPAL	Tidak ada pembuatan IPAL	-2
6	Inventarisasi dan identifikasi sumber pencemar air	Inventarisasi dan identifikasi sumber pencemaran air dilakukan hanya yang berasal dari industri	-1
7	Pembuangan limbah industri	Terjadi pembuangan limbah industri yang tidak membahayakan lingkungan karena industri-industri yang ada sudah melakukan pengolahan limbah	+1
8	Pembuangan limbah permukiman	Pembuangan limbah permukiman di sungai tanpa proses daur ulang	-2
9	Pembuangan limbah peternakan	Pembuangan limbah peternakan tanpa proses pengolahan limbah	-2
10	Kesadaran mentaati peraturan yang berlaku	Masyarakat melanggar peraturan dan himbauan pemerintah dalam pembuangan dan pengolahan limbah cair seperti pembuangan limbah domestik dan peternakan langsung ke badan sungai tanpa proses pengolahan	-1
11	Pengetahuan dalam pengelolaan limbah	Masyarakat tidak memiliki pengetahuan tentang pengelolaan limbah	-1
12	Perizinan pembuangan air limbah ke sumber air	Pemberian izin tidak berdasarkan penetapan daya tampung beban pencemaran air hanya berdasarkan Baku Mutu Air Limbah Perda Propinsi Jawa Tengah No. 10 Tahun 2004	-2

Tabel 38. Lanjutan

No	Indikator	Hasil Analisa	Nilai
15	Penyediaan informasi	Tersedia data laporan analisa air limbah dan kualitas air sungai tapi belum dimanfaatkan untuk mendukung kebijakan	-1
16	Koordinasi antar instansi yang berkepentingan dalam pengendalian pencemaran air	Ada koordinasi, pelaksanaan sesuai peraturan	+2
17	Penerapan konsep partisipasi masyarakat dalam pelaksanaan kegiatan pengendalian pencemaran air	Masyarakat tidak dilibatkan dalam kegiatan perencanaan dan pelaksanaan pengendalian pencemaran air	-2

Berdasarkan hasil analisis terhadap masing-masing indikator pada Tabel 38 kemudian pada tahapan selanjutnya dilakukan analisis SWOT. Analisis SWOT dilakukan untuk menyusun perencanaan strategis pengendalian pencemaran air. analisis kekuatan, kelemahan, peluang dan ancaman berdasarkan penilaian pada masing-masing indikator disajikan pada Tabel 39 berikut.

Tabel 39. Analisis SWOT Berdasarkan Penilaian Indikator Pengendalian Pencemaran Sungai Ngringo

Indikator	Hasil Penilaian Terhadap Indikator			
	Kekuatan (<i>Strength</i>)	Kelemahan (<i>Weaknes</i>)	Peluang (<i>Opportunity</i>)	Ancaman (<i>Treath</i>)
Kondisi fisik sungai				
1 Pencemaran perairan		-1		
Perlakuan pengendalian pencemaran air				
2 Pemantauan kualitas air	+2			
3 Penetapan daya tampung beban pencemaran air		-2		
4 Penetapan baku mutu air limbah	+2			
5 Pembuatan IPAL		-2		
6 Inventarisasi dan identifikasi sumber pencemar air		-1		
Sikap dan perilaku masyarakat				
7 Pembuangan limbah industri			+1	
8 Pembuangan limbah pemukiman				-2
9 Pembuangan limbah peternakan				-2
10 Kesadaran mentaati peraturan yang berlaku				-1
11 Pengetahuan dalam pengelolaan limbah				-1
Peran Pemerintah				
12 Perizinan pembuangan air limbah ke sumber air		-2		
13 Penyediaan informasi		-1		
14 Penetapan kebijakan pengendalian pencemaran air	+2			
15 Pembinaan dan pengawasan			+2	
16 Koordinasi antar instansi yang berkepentingan dalam pengendalian pencemaran air			+2	
17 Penerapan konsep partisipasi masyarakat dalam pelaksanaan kegiatan pengendalian pencemaran air				-2
Nilai Total	+6	-9	+5	-8

Berdasarkan hasil analisis pada Tabel 39 di atas, diperoleh selisih nilai kekuatan dengan nilai kelemahan sebesar -3 dan selisih nilai peluang dan nilai ancaman sebesar -3. Berdasarkan kuadran SWOT (Gambar 1), kebijakan pengendalian pencemaran Sungai Ngringo saat ini berada pada kuadran IV dengan karakteristik $S < W$ dan $O < T$. Hal ini berarti bahwa kebijakan pengendalian pencemaran yang ada saat ini tidak mampu mencegah terjadinya pencemaran dan penurunan kualitas air.

Lemahnya faktor internal dan banyaknya ancaman dari faktor eksternal, maka rekomendasi strategi yang diberikan adalah strategi bertahan. Strategi ini dilakukan sambil terus berupaya membenahi diri. Upaya perbaikan dilakukan dengan kebijakan-kebijakan yang dibuat berdasarkan analisis kekuatan, kelemahan, peluang dan ancaman yang dimiliki. Untuk menentukan upaya/strategi kebijakan pengendalian pencemaran yang baru, disusun matriks SWOT seperti pada Tabel 40.

Tabel 40. Matriks Identifikasi Strategi Kebijakan Pengendalian Pencemaran Air

<p>Faktor Internal :</p> <p>Faktor Eksternal :</p>	<p>KEKUATAN (S) :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Pemantauan kualitas air 2. Ada penetapan baku mutu air limbah yaitu Perda Provinsi Jawa Tengah No. 10 Tahun 2004 	<p>KELEMAHAN (W) :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Kondisi air sungai cemar ringan 2. Tidak ada pembuatan IPAL 3. Tidak Ada Penetapan Daya Tampung Beban Pencemaran 4. Inventarisasi dan Identifikasi sumber pencemaran hanya yang berasal dari industri
<p>PELUANG (O) :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Pembuangan limbah industri tidak membahayakan lingkungan karena industri-industri yang ada sudah melakukan pengolahan limbah 2. Pemerintah Kabupaten Karanganyar memiliki kebijakan/peraturan pengendalian pencemaran air yaitu Perbup No. 40 Tahun 2009 tentang tatacara dan persyaratan pembuangan air limbah ke sumber air di Kabupaten Karanganyar 3. Pemerintah Kabupaten Karanganyar melakukan pembinaan/pelatihan dalam pengelolaan air limbah dan melaksanakan pengawasan terhadap penataan penanggungjawab usaha dalam pengendalian pencemaran air 4. Koordinasi antar instansi yang berkepentingan dalam pengendalian pencemaran air 	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Meningkatkan sarana dan prasarana pemantauan kualitas air ♦ Meningkatkan koordinasi dalam pembuatan kebijakan pengendalian pencemaran air 	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Meningkatkan pembinaan/pelatihan pengolahan air limbah kepada masyarakat ♦ Memberikan tindakan tegas bagi masyarakat yang melakukan pembuangan limbah yang tidak sesuai dengan baku mutu yang telah ditetapkan

<p>ANCAMAN (T) :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Pembuangan limbah permukiman di sungai tanpa proses daur ulang 2. Pembuangan limbah peternakan tanpa proses pengolahan limbah 3. Masyarakat melanggar peraturan dan himbauan pemerintah dalam pembuangan dan pengolahan limbah cair seperti pembuangan limbah domestik dan peternakan langsung ke badan sungai tanpa proses pengolahan 4. Masyarakat tidak memiliki pengetahuan tentang pengelolaan limbah 5. Pemberian izin tidak berdasarkan penetapan daya tampung beban pencemaran air hanya berdasarkan Baku Mutu Air Limbah Perda Propinsi Jawa Tengah No. 10 Tahun 2004 6. Tersedia data laporan analisa air limbah dan kualitas air sungai tapi belum dimanfaatkan untuk mendukung kebijakan 7. Masyarakat tidak dilibatkan dalam kegiatan perencanaan dan pelaksanaan pengendalian pencemaran air 	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Pengendalian limbah yang masuk ke sungai ♦ Menetapkan konsep partisipasi masyarakat dalam kebijakan pengendalian pencemaran air ♦ Menyusun sistem informasi yang lengkap untuk mendukung kebijakan pengendalian pencemaran air 	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Meningkatkan inventarisasi dan identifikasi sumber pencemar air sesuai Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 01 Tahun 2010. ♦ Menetapkan daya tampung beban pencemaran air yang digunakan sebagai dasar pemberian izin ♦ Meningkatkan pengelolaan limbah dengan pembuatan IPAL ♦ Meningkatkan pengetahuan dan partisipasi masyarakat dalam pengolahan limbah ♦ Peningkatan pemantauan kualitas air Sungai Ngringo ♦ Meningkatkan pengawasan terhadap pembuangan air limbah
---	--	---

Dari strategi-strategi di atas, maka prioritas kebijakan untuk mencegah terjadinya pencemaran air dan penurunan kualitas air sehingga air sungai dapat dimanfaatkan sesuai dengan peruntukannya serta berkelanjutan sebagai berikut :

a. Meningkatkan inventarisasi dan identifikasi sumber pencemar air

Inventarisasi sumber pencemar air diperlukan untuk mengetahui sebab dan faktor yang menyebabkan terjadinya penurunan kualitas air. Kegiatan ini merupakan kegiatan pengumpulan data dan informasi yang harus dilaksanakan secara berkesinambungan. Hal ini disebabkan karena sumber pencemar air yang diidentifikasi akan selalu berkembang dari waktu ke waktu tergantung dinamika pembangunan, pertumbuhan ekonomi, sosial dan budaya masyarakat setempat.

Inventarisasi dilakukan dengan tujuan untuk mengkarakteristikan aliran-aliran pencemar dalam lingkungan wilayahnya. Sedangkan kegiatan identifikasi sumber pencemar air merupakan kegiatan untuk mengenali dan mengelompokkan jenis-jenis pencemar, sumber dan lokasi, serta pengaruh/dampak bagi lingkungan penerimanya.

Jenis data yang diinventarisasi berdasarkan Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 01 Tahun 2010 tentang Tata Laksana Pengendalian Pencemaran Air meliputi (1) peta dasar sebagai rujukan pemetaan lokasi sumber pencemar air; (2) lokasi dan jenis kegiatan/industri; (3) demografi/ kependudukan serta distribusinya untuk memetakan daerah pemukiman yang memberikan kontribusi besar pada pencemaran air dari sumber domestik; (4) topografi, hidrologi, klimatologi, *existing sewerage system*, batas perairan dan sub-DAS, informasi pemanfaatan lahan; (5) kuantitas dan kualitas sumber air; dan (6) data pertanian/peternakan. Sedangkan, inventarisasi yang selama ini dilakukan terbatas pada sumber pencemar industri sehingga perlu ditingkatkan.

b. Meningkatkan Pengelolaan Limbah

Upaya untuk mengurangi pencemaran limbah cair pada sungai adalah dengan melakukan pengelolaan limbah sebelum dibuang ke badan air. Pengelolaan limbah dapat dilakukan dengan pembuatan IPAL komunal untuk mengolah limbah domestik dari aktifitas rumah tangga (pada semua segmen) dan

IPAL industri baik untuk industri kecil, menengah maupun industri besar (pada segmen 2 dan 3). Sedangkan untuk limbah peternakan dapat dilakukan dengan membangun IPAL Biogas yang juga dapat bermanfaat sebagai sumber energi (pada segmen 2 dan segmen 3).

Pada dasarnya unit pengolahan limbah terdiri dari unit operasi dan unit proses. Unit operasi terdiri dari ekualisasi, koagulasi, flokulasi, sedimentasi, dan aerasi. Sedangkan untuk unit proses meliputi pengolahan biologi dan pengolahan kimia. Contoh dari unit proses adalah *activated sludge*, atau lumpur aktif (Junaidi & Hatmanto BP, 2006).

c. Menetapkan Daya Tampung Beban Pencemaran

Penetapan daya tampung beban pencemaran merupakan strategi pengendalian pencemaran air dengan menggunakan pendekatan kualitas air. Hal ini bertujuan untuk mengendalikan zat pencemar yang masuk ke dalam sumber air dengan mempertimbangkan kondisi intrinsik sumber air dan baku mutu air yang ditetapkan.

Hasil penetapan daya tampung beban pencemaran ini dapat dipergunakan sebagai bahan pertimbangan dan kebijakan dalam (1) menetapkan tata ruang, (2) memberikan izin usaha/kegiatan yang mempengaruhi kualitas air baik secara langsung maupun tidak langsung, (3) memberikan izin lingkungan pengbuangan air limbah ke sumber air dan (4) digunakan sebagai dasar pengalokasian beban yang diperbolehkan masuk ke sumber air dari berbagai sumber pencemar supaya tindakan pengendalian yang tepat dapat dilaksanakan sehingga baku mutu air yang telah ditetapkan dapat dipenuhi atau mutu air sasaran dapat dicapai.

d. Meningkatkan Pengetahuan dan Partisipasi Masyarakat Dalam Pengelolaan Limbah

Peningkatan pengetahuan masyarakat dalam pengelolaan limbah dilakukan dengan melakukan sosialisasi dan pelatihan. Kesadaran masyarakat untuk menjaga kebersihan dan kesehatan juga perlu ditingkatkan. Hal ini perlu untuk

mencegah masyarakat melakukan pembuangan sampah ke sungai atau memanfaatkan bantaran sungai sebagai tempat pembuangan sampah.

Sosialisasi dan pelatihan pengolahan limbah juga perlu dilakukan kepada masyarakat peternak. Hal ini untuk memberikan pengetahuan bahwa limbah peternakan dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi dan pupuk kompos jika diolah dengan benar. Upaya-upaya tersebut perlu dilakukan untuk memberikan pengetahuan bahwa limbah tidak hanya sebagai sumber pencemaran namun dapat memberikan keuntungan ekonomi jika dilakukan pengolahan sehingga pembuangan limbah ke lingkungan dapat dikendalikan.

e. Meningkatkan Pengawasan Terhadap Pembuangan Air Limbah

Pencemaran perairan dapat diminimalisir dengan melakukan pengawasan terhadap pembuangan air limbah ke sumber air. Pengawasan dilakukan untuk menjamin pelaksanaan persyaratan yang tercantum dalam izin lingkungan pembuangan air limbah ke sumber air dan persyaratan teknis pengendalian pencemaran air yang tercantum dalam dokumen Amdal atau UKL-UPL. Hasil pelaksanaan pengawasan dapat digunakan sebagai acuan dalam pembinaan penataan atau penegakan hukum.

Pengawasan lingkungan dapat dilakukan secara rutin maupun tidak. Berdasarkan Pasal 74 UU No. 32 Tahun 2009, proses pengawasan dilakukan dengan melakukan pemantauan, meminta keterangan, membuat salinan dokumen yang diperlukan, memasuki tempat tertentu, mengambil sampel, memeriksa peralatan dan keterangan lain yang dianggap perlu.

f. Meningkatkan pemantauan kualitas air sungai

Upaya pemantauan kualitas air sungai dapat dilakukan dengan secara rutin melakukan pengukuran parameter kualitas air sungai dan pemeriksaan limbah yang dihasilkan dari kegiatan industri yang membuang limbah ke Sungai Ngringo. Pemantauan kualitas air pada sumber air dilakukan paling sedikit 1 (satu) kali dalam setiap 6 (enam) bulan (Pasal 31 ayat (3) Permen LH No. 01 Tahun 2010).

Pemantauan kualitas air dilakukan bertujuan untuk menentukan status dari kualitas air suatu sungai, merupakan dasar untuk evaluasi terhadap pengaruh lingkungan sekitar daerah pengaliran sungai bersangkutan, memberi masukan bagi pengambil keputusan dan merupakan peringatan dalam terjadinya kasus pencemaran. Selain itu, pemantauan kualitas air berfungsi untuk memberikan informasi faktual tentang kondisi (status) kualitas air masa sekarang, kecenderungan masa lalu dan prediksi perubahan lingkungan masa depan.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

1. - Kualitas air Sungai Ngringo berdasarkan uji parameter pencemaran air dari arah hulu ke arah hilir mengalami penurunan kualitas yang ditunjukkan adanya parameter (TSS, DO, BOD, COD, N, P dan Fe) yang melebihi baku mutu pada titik pengambilan sampel 3 dan 4.
 - Kualitas air Sungai Ngringo berdasarkan penilaian status mutu air dengan metode indeks pencemaran menunjukkan terjadi penurunan kualitas dari arah hulu ke arah hilir dimana pada wilayah hilir telah tercemar ringan.
 - Beban pencemaran sungai Ngringo meningkat dari arah hulu ke arah hilir dengan beban pencemaran TSS sebesar 388,41 kg/hari, beban pencemaran COD sebesar 206,38 kg/hari dan beban pencemaran BOD sebesar 64,39 kg/hari.
2. Strategi pengendalian pencemaran air di Sungai Ngringo Kabupaten Karanganyar dapat dilakukan dengan meningkatkan inventarisasi dan identifikasi sumber pencemar air, meningkatkan pengelolaan limbah, menetapkan daya tampung beban pencemaran, meningkatkan pengetahuan dan partisipasi masyarakat dalam pengelolaan limbah, meningkatkan pengawasan terhadap pembuangan air limbah dan meningkatkan pemantauan kualitas air sungai.

5.2. Saran

1. Penelitian ini dapat dijadikan referensi mengenai kualitas air di Sungai Ngringo Kabupaten Karanganyar.
2. Berdasarkan analisis kebijakan pengendalian pencemaran air Sungai Ngringo maka rekomendasi yang dapat diajukan kepada Pemerintah Daerah Kabupaten Karanganyar adalah sebagai berikut :
 - a. Meningkatkan inventarisasi dan identifikasi sumber pencemar air

- b. Meningkatkan pengelolaan limbah melalui pembangunan IPAL
- c. Menetapkan daya tampung beban pencemaran
- d. Meningkatkan pengetahuan dan partisipasi masyarakat dalam pengelolaan limbah
- e. Meningkatkan pengawasan terhadap pembuangan air limbah
- f. Meningkatkan pemantauan kualitas air sungai.

Daftar Pustaka

- Badan Lingkungan Hidup Kabupaten Karanganyar. 2010. *Laporan Pemantauan Kualitas Air Sungai Kabupaten Karanganyar Tahun 2010*.
- Badan Lingkungan Hidup Kabupaten Karanganyar. 2009. *Laporan Akhir Pemantauan Kualitas Air Sungai Kabupaten Karanganyar Tahun 2009*.
- Badan Pusat Statistik, 2011. *Karanganyar Dalam Angka 2010*.
- Badan Pusat Statistik, 2011. *Kecamatan Jaten Dalam Angka 2010*.
- Bahtiar, Ayi. 2007. *Polusi Air Tanah Akibat Limbah Industri Dan Rumah Tangga Serta Pemecahannya*. Makalah disampaikan pada Pemberdayaan Masyarakat tentang Konservasi Air Tanah di Wilayah Rancaekek Kabupaten Bandung.
- Dhokhikah, Y dan Koesoemawati, D.J. 2007. *Studi Ketersediaan Prasarana Air Bersih dan Sanitasi di Permukiman Padat Kota Jember*. Jurnal Purifikasi, Vol. 8, No. 2, Desember 2007 : 163 - 168.
- Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Karanganyar. 2008. *Laporan Akhir Pemantauan Kualitas Air Sungai Kabupaten Karanganyar Tahun 2008*.
- Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Karanganyar. 2007. *Laporan Pemantauan Kualitas Air Tahun 2007 di Sungai Ngringo, Sungai Pengok dan Sungai Sroyo*.
- Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Karanganyar. 2007. *Laporan Akhir Dampak Sebaran Industri Terhadap Kualitas Air Sungai di Kecamatan Jaten Kabupaten Karanganyar Tahun 2007*.
- Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Karanganyar. 2005. *Analisis Beban Pencemaran Sungai Ngringo, Sungai Pengo, Sungai Sroyo dan Sungai Kumpul Untuk Mengantisipasi Penurunan Kualitas Lingkungan*.
- Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Karanganyar. 2005. *Pemetaan Geologi Potensi Pertambangan Kabupaten Karanganyar*.
- Djajadiningrat, S.T. dan Harsono, H. 1991. *Penilaian Secara Cepat Sumber-Sumber Pencemaran Air, Tanah dan Udara*. Yogyakarta : Gadjah Mada University Press.

- Effendi, Hefni. 2003. *Telaah Kualitas Air : Bagi Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan Perairan*. Yogyakarta : Penerbit Kanisius.
- Fardiaz, Srikandi.1992. *Polusi Air dan Udara*. Yogyakarta : Penerbit Kanisius.
- Ginting, P. 1992. *Mencegah Dan Mengendalikan Pencemaran Industri*. Jakarta : Pustaka Sinar Harapan.
- Ginting, P. 2007. *Sistem Pengelolaan Lingkungan dan Limbah Industri*. Bandung : Yrama Widya.
- Hadi, Sudharto. P. 2005. *Dimensi Lingkungan Perencanaan Pembangunan*. Yogyakarta : Gadjah Mada University Press.
- Hendrawan, Diana. 2005. *Kualitas Air Sungai Dan Situ Di DKI Jakarta*. Makara, Teknologi, Vol. 9, No. 1 April 2005 : 13 - 19.
- Hidayati, Deny. 1998. *Penduduk, Pembangunan dan Lingkungan : Potensi, Permasalahan dan Tantangan di KTI*. Prosiding Membangun Manusia Berkualitas di Kawasan Timur Indonesia : Menghadapi Era Globalisasi, 91-130.
- James, A. 1984. *An Introduction to Water Quality Modelling*. New York : John Willey & Sons Ltd.
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 115 Tahun 2003 Tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air.*
- Keraf, A. Sonny. 2010. *Krisis Dan Bencana Lingkungan Hidup Global*. Yogyakarta : Penerbit Kanisius.
- Monoarfa, Winarni. 2002. *Dampak Pembangunan Bagi Kualitas Air Di Kawasan Pesisir Pantai Losari, Makassar*. Sci & Tech, Vol. 3 No. 3 Desember 2002: 37-44.
- Mudarisin. 2004. *Strategi Pengendalian Pencemaran Sungai (Studi Kasus Sungai Cipinang Jakarta Timur)*. Jakarta : Universitas Indonesia.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.*
- Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 01 Tahun 2010 Tentang Tata Laksana Pengendalian Pencemaran Air.*

- Prihartanto dan Budiman, E. Bayu. 2007. *Sistem Informasi Pemantauan Dinamika Sungai Siak*. Alami, Vol. 12 Nomor 1 Tahun 2007 : 52 - 60.
- Purnomo, A.R. 2010. *Kajian Kualitas Perairan Sungai Sengkarang dalam Upaya Pengelolaan Perairan Daerah Aliran Sungai di Kabupaten Pekalongan*. Semarang : Universitas Diponegoro.
- Purwanto, Bambang. 2004. *Sistem Pengolahan Air Limbah Rumah Tangga di Kota Tangerang*. Percik Vol. 5 Tahun I.
- RTRW Kabupaten Karanganyar Tahun 2011 - 2031*.
- Rahayu, Subekti. dkk. 2009. *Monitoring Air di Daerah Aliran Sungai*. Bogor : World Agroforestry Centre.
- Rangkuti, Freddy. 2006. *Analisis SWOT : Teknik membedah Kasus Bisnis*. Jakarta : PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Salmin. 2005. *Oksigen Terlarut (DO) Dan Kebutuhan Oksigen Biologi (BOD) Sebagai Salah Satu Indikator Untuk Menentukan Kualitas Perairan*. Oseana, Volume XXX, Nomor 3, 2005 : 21 - 26.
- Soemarwoto, Otto. 2009. *Analisis Mengenai Dampak Lingkungan*. Yogyakarta : Gadjah Mada University Press.
- Sudibyakto. 2003. *Analisis Konflik Pemanfaatan Sumberdaya Air Melalui Program Prokasih Visi 2005 Di Daerah Aliran Sungai Bengawan Solo*. Prosiding Lokakarya Nasional Menuju Pengelolaan Sumberdaya Wilayah Berbasis Ekosistem untuk Mereduksi Potensi Konflik Antar Daerah.
- Sugiharto. 2005. *Dasar-Dasar Pengelolaan Air Limbah*. Jakarta : UI Press
- Undang-Undang Nomor 7 Tahun 2004 Tentang Sumber Daya Air*.
- Wardhana, W.A. 2004. *Dampak Pencemaran Lingkungan*. Yogyakarta : Andi Offset.
- Warlina, Lina. 2004. *Pencemaran Air : Sumber, Dampak dan Penanggulangannya*. Makalah Pengantar ke falsafah Sains. Bogor : Institut Pertanian Bogor.
- Wiwoho. 2005. *Model Identifikasi Daya Tampung Beban Cemar Sungai Dengan Qual2e – Study Kasus Sungai Babon*. Semarang : Universitas Diponegoro.

http://daps.bps.go.id/file_artikel/66/Analisis%20SWOT.pdf diakses pada tanggal 21 Juli 2011

<http://jeffri022.student.umm.ac.id/2011/04/12/parameter-kimia-dan-fisika-perairan/> diakses pada tanggal 28 Juli 2011 pk. 13.38 WIB

http://bulletin.penataanruang.net/upload/data_artikel/Profil%20DAS%20Bengawana%20Solo.PDF diakses pada tanggal 26 September 2011 pk, 12.50 WIB

Lampiran

Lampiran Perhitungan Indeks Pencemaran

a. Baku Mutu Air Kelas I

No	Parameter	Titik Pengambilan Sampel 1				Titik Pengambilan Sampel 2			
		Ci	Lix	Ci/Lix	Ci/Lix baru	Ci	Lix	Ci/Lix	Ci/Lix baru
1	TSS	43	50	0.86	0.86	49	50	0.98	0.98
2	BOD	4.47	2	2.24	2.75	4.5	2	2.25	2.76
3	COD	13.3	10	1.33	1.62	13.3	10	1.33	1.62
4	pH	7.08	6-9	0.28	0.28	7.02	6-9	0.32	0.32
5	PO ₄ -P	0.088	0.2	0.44	0.44	0.084	0.2	0.42	0.42
6	DO	11	6	0.67	0.67	3.5	6	0.58	0.58

(Ci/Lix)R : 1.10

(Ci/Lix)M : 2.75

(Ip)x : **2.09**

(Ci/Lix)R : 1.11

(Ci/Lix)M : 2.76

(Ip)x : **2.11**

No	Parameter	Titik Pengambilan Sampel 3				Titik Pengambilan Sampel 4			
		Ci	Lix	Ci/Lix	Ci/Lix baru	Ci	Lix	Ci/Lix	Ci/Lix baru
1	TSS	53	50	1.06	1.13	57	50	1.14	1.28
2	BOD	8.37	2	4.19	4.11	14.65	2	7.33	5.32
3	COD	26.74	10	2.67	3.14	48.63	10	4.86	4.43
4	pH	7.38	6-9	0.08	0.08	7.25	6-9	0.17	0.17
5	PO ₄ -P	0.347	0.2	1.74	2.20	1.303	0.2	6.52	5.07
6	DO	3.4	6	0.60	0.60	0.2	6	1.13	1.27

(Ci/Lix)R : 1.87

(Ci/Lix)M : 4.11

(Ip)x : **3.19**

(Ci/Lix)R : 2.93

(Ci/Lix)M : 5.32

(Ip)x : **4.30**

*) pH rata-rata Lix = $(6+9)/2 = 7.5$

DO maks = 7 pada temperatur 25 °C

b. Baku Mutu Air Kelas II

No	Parameter	Titik Pengambilan Sampel 1				Titik Pengambilan Sampel 2			
		Ci	Lix	Ci/Lix	Ci/Lix baru	Ci	Lix	Ci/Lix	Ci/Lix baru
1	TSS	43	50	0.86	0.86	49	50	0.98	0.98
2	BOD	4.47	3	1.49	1.87	4.5	3	1.50	1.88
3	COD	13.3	25	0.53	0.53	13.3	25	0.53	0.53
4	pH	7.08	6-9	0.28	0.28	7.02	6-9	0.32	0.32
5	PO ₄ -P	0.088	1	0.09	0.09	0.084	1	0.08	0.08
6	DO	11	4	0.33	0.33	3.5	4	0.29	0.29

(Ci/Lix)R : 0.66

(Ci/Lix)M : 1.87

(Ip)x : **1.40**

(Ci/Lix)R : 0.68

(Ci/Lix)M : 1.88

(Ip)x : **1.41**

No	Parameter	Titik Pengambilan Sampel 3				Titik Pengambilan Sampel 4			
		Ci	Lix	Ci/Lix	Ci/Lix baru	Ci	Lix	Ci/Lix	Ci/Lix baru
1	TSS	53	50	1.06	1.13	57	50	1.14	1.28
2	BOD	8.37	3	2.79	3.23	14.65	3	4.88	4.44
3	COD	26.74	25	1.07	1.15	48.63	25	1.95	2.44
4	pH	7.38	6-9	0.08	0.08	7.25	6-9	0.17	0.17
5	PO ₄ -P	0.347	1	0.35	0.35	1.303	1	1.30	1.57
6	DO	3.4	4	0.30	0.30	0.2	4	0.57	0.57

(Ci/Lix)R : 1.04

(Ci/Lix)M : 3.23

(Ip)x : **2.40**

(Ci/Lix)R : 1.75

(Ci/Lix)M : 4.44

(Ip)x : **3.38**

*) pH rata-rata Lix = $(6+9)/2 = 7.5$

DO maks = 7 pada temperatur 25 °C

c. Baku Mutu Air Kelas III

No	Parameter	Titik Pengambilan Sampel 1				Titik Pengambilan Sampel 2			
		Ci	Lix	Ci/Lix	Ci/Lix baru	Ci	Lix	Ci/Lix	Ci/Lix baru
1	TSS	43	50	0.86	0.86	49	50	0.98	0.98
2	BOD	4.47	6	0.75	0.75	4.5	6	0.75	0.75
3	COD	13.3	50	0.27	0.27	13.3	50	0.27	0.27
4	pH	7.08	6-9	0.28	0.28	7.02	6-9	0.32	0.32
5	PO ₄ -P	0.088	1	0.09	0.09	0.084	1	0.08	0.08
6	DO	11	3	0.33	0.33	3.5	3	0.29	0.29

(Ci/Lix)R : 0.43

(Ci/Lix)M : 0.86

(Ip)x : **0.68**

(Ci/Lix)R : 0.45

(Ci/Lix)M : 0.98

(Ip)x : **0.76**

No	Parameter	Titik Pengambilan Sampel 3				Titik Pengambilan Sampel 4			
		Ci	Lix	Ci/Lix	Ci/Lix baru	Ci	Lix	Ci/Lix	Ci/Lix baru
1	TSS	53	50	1.06	1.13	57	50	1.14	1.28
2	BOD	8.37	6	1.40	1.72	14.65	6	2.44	2.94
3	COD	26.74	50	0.53	0.53	48.63	50	0.97	0.97
4	pH	7.38	6-9	0.08	0.08	7.25	6-9	0.17	0.17
5	PO ₄ -P	0.347	1	0.35	0.35	1.303	1	1.30	1.57
6	DO	3.4	3	0.30	0.30	0.2	3	0.57	0.57

(Ci/Lix)R : 0.69

(Ci/Lix)M : 1.72

(Ip)x : **1.31**

(Ci/Lix)R : 1.25

(Ci/Lix)M : 2.94

(Ip)x : **2.26**

*) pH rata-rata Lix = $(6+9)/2 = 7.5$

DO maks = 7 pada temperatur 25 °C

d. Baku Mutu Air Kelas IV

No	Parameter	Titik Pengambilan Sampel 1				Titik Pengambilan Sampel 2			
		Ci	Lix	Ci/Lix	Ci/Lix baru	Ci	Lix	Ci/Lix	Ci/Lix baru
1	TSS	43	50	0.86	0.86	49	50	0.98	0.98
2	BOD	4.47	12	0.37	0.37	4.5	12	0.38	0.38
3	COD	13.3	100	0.13	0.13	13.3	100	0.13	0.13
4	pH	7.08	5-9	0.04	0.04	7.02	5-9	0.01	0.01
5	PO ₄ -P	0.088	5	0.02	0.02	0.084	5	0.02	0.02
6	DO	11	0	0.00	0.00	3.5	0	0.00	0.00

(Ci/Lix)R : 0.24

(Ci/Lix)M : 0.86

(Ip)x : **0.63**

(Ci/Lix)R : 0.25

(Ci/Lix)M : 0.98

(Ip)x : **0.72**

No	Parameter	Titik Pengambilan Sampel 3				Titik Pengambilan Sampel 4			
		Ci	Lix	Ci/Lix	Ci/Lix baru	Ci	Lix	Ci/Lix	Ci/Lix baru
1	TSS	53	50	1.06	1.13	57	50	1.14	1.28
2	BOD	8.37	12	0.70	0.70	14.65	12	1.22	1.43
3	COD	26.74	100	0.27	0.27	48.63	100	0.49	0.49
4	pH	7.38	5-9	0.19	0.19	7.25	5-9	0.13	0.13
5	PO ₄ -P	0.347	5	0.07	0.07	1.303	5	0.26	0.26
6	DO	3.4	0	0.00	0.00	0.2	0	0.00	0.00

(Ci/Lix)R : 0.39

(Ci/Lix)M : 1.13

(Ip)x : **0.84**

(Ci/Lix)R : 0.60

(Ci/Lix)M : 1.43

(Ip)x : **1.10**

*) pH rata-rata Lix = $(6+9)/2 = 7.5$

DO maks = 7 pada temperatur 25 °C

Lampiran Dokumentasi Penelitian

a. Pengambilan Sampel Titik 1



b. Pengambilan Sampel Titik 2



c. Pengambilan Sampel Titik 3



d. Pengambilan Sampel Titik 4



e. Pengukuran Parameter



f. Peternakan Babi di Tepi Sungai Ngringo



g. Bantaran Sungai Ngringo Dimanfaatkan sebagai Tempat Membuang Sampah

